



(21) 申請案號：113138583 (22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 11 日
(51) Int. Cl. : C30B23/02 (2006.01) C30B29/36 (2006.01)
(30) 優先權：2023/10/16 南韓 10-2023-0137810
(71) 申請人：南韓商賽尼克股份有限公司 (南韓) SENIC INC. (KR)
南韓
(72) 發明人：李昇竣 LEE, SEUNG JUNE (KR)；崔正宇 CHOI, JUNG WOO (KR)；李采泳 LEE,
CHAE YOUNG (KR)；朴鍾輝 PARK, JONG HWI (KR)；金秀虎 KIM, SU HO (KR)
(74) 代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：12 共 57 頁

(54) 名稱

用於製造碳化矽錠的設備以及使用其製造碳化矽錠的方法

(57) 摘要

本發明提供一種用於製造碳化矽錠的設備，所述設備包括：坩堝，用於容納碳化矽原料；晶種片，設置於坩堝的上部處；以及溫度梯度控制部，設置於碳化矽原料與晶種片之間。

另外，本發明提供一種製造碳化矽錠的方法，所述方法包括以下步驟：準備坩堝，在坩堝的上部處設置晶種片且在坩堝的下部處裝載碳化矽原料；對坩堝進行加熱，以使碳化矽自碳化矽原料昇華；以及在晶種片上使經昇華的碳化矽生長成碳化矽錠，其中坩堝包括設置於碳化矽原料與晶種片之間的溫度梯度控制部，且經昇華的碳化矽的溫度由溫度梯度控制部來控制。

The present invention provides an apparatus for manufacturing a silicon carbide ingot, the apparatus including: a crucible for containing a silicon carbide raw material; a seed tablet disposed at an upper part of the crucible; and a temperature gradient control part disposed between the silicon carbide raw material and the seed tablet.

In addition, the present invention provides a method of manufacturing a silicon carbide ingot, the method including: a step of preparing a crucible at an upper part of which a seed tablet is disposed and at a lower part of which a silicon carbide raw material is loaded; a step of heating the crucible to sublimate silicon carbide from the silicon carbide raw material; and a step of growing the sublimated silicon carbide into a silicon carbide ingot on the seed tablet, wherein the crucible includes a temperature gradient control part disposed between the silicon carbide raw material and the seed tablet, and a temperature of the sublimated silicon carbide is controlled by the temperature gradient control part.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:碳化矽原料

11:碳化矽錠

20:坩堝主體

30:坩堝蓋

40:晶種片保持器

60:溫度梯度控制部

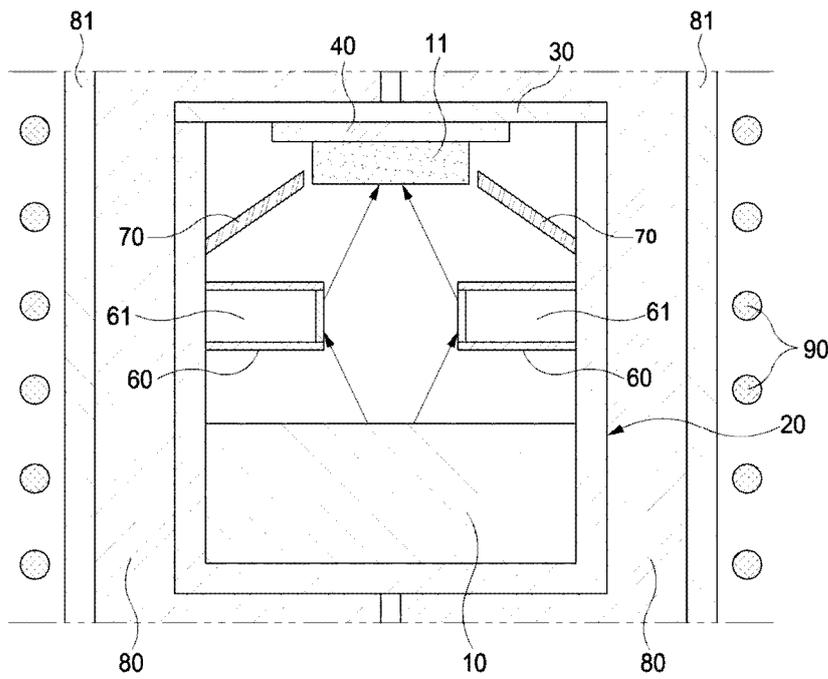
61:空氣隙

70:引導部

80:絕緣材料

81:反應腔室

90:加熱構件



【圖7】

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於製造碳化矽錠的設備以及使用其製造碳化矽錠的方法

【英文發明名稱】 APPARATUS FOR MANUFACTURING SILICON CARBIDE INGOT AND METHOD OF MANUFACTURING SILICON CARBIDE INGOT USING THE SAME

【中文】本發明提供一種用於製造碳化矽錠的設備，所述設備包括：坩堝，用於容納碳化矽原料；晶種片，設置於坩堝的上部處；以及溫度梯度控制部，設置於碳化矽原料與晶種片之間。

另外，本發明提供一種製造碳化矽錠的方法，所述方法包括以下步驟：準備坩堝，在坩堝的上部處設置晶種片且在坩堝的下部處裝載碳化矽原料；對坩堝進行加熱，以使碳化矽自碳化矽原料昇華；以及在晶種片上使經昇華的碳化矽生長成碳化矽錠，其中坩堝包括設置於碳化矽原料與晶種片之間的溫度梯度控制部，且經昇華的碳化矽的溫度由溫度梯度控制部來控制。

【英文】 The present invention provides an apparatus for manufacturing a silicon carbide ingot, the apparatus including: a crucible for containing a silicon carbide raw material; a seed tablet disposed at an upper part of the crucible; and a temperature gradient

control part disposed between the silicon carbide raw material and the seed tablet.

In addition, the present invention provides a method of manufacturing a silicon carbide ingot, the method including: a step of preparing a crucible at an upper part of which a seed tablet is disposed and at a lower part of which a silicon carbide raw material is loaded; a step of heating the crucible to sublimate silicon carbide from the silicon carbide raw material; and a step of growing the sublimated silicon carbide into a silicon carbide ingot on the seed tablet, wherein the crucible includes a temperature gradient control part disposed between the silicon carbide raw material and the seed tablet, and a temperature of the sublimated silicon carbide is controlled by the temperature gradient control part.

【指定代表圖】圖7。

【代表圖之符號簡單說明】

10:碳化矽原料

11:碳化矽錠

20:坩堝主體

30:坩堝蓋

40:晶種片保持器

60:溫度梯度控制部

61:空氣隙

70:引導部

80:絕緣材料

81:反應腔室

90:加熱構件

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於製造碳化矽錠的設備以及使用其製造碳化矽錠的方法

【英文發明名稱】 APPARATUS FOR MANUFACTURING
SILICON CARBIDE INGOT AND METHOD OF
MANUFACTURING SILICON CARBIDE INGOT USING THE
SAME

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種用於製造碳化矽錠的設備以及使用其製造碳化矽錠的方法。

【先前技術】

【0002】 碳化矽（silicon carbide，SiC）具有優異的耐熱性及機械強度，高度耐輻射，且甚至可用於生產大直徑基板。另外，碳化矽具有優異的物理強度及耐化學性、大的能帶隙以及大的電子飽和漂移率（electron saturation drift rate）及耐壓性。因此，碳化矽廣泛用於磨料、軸承、防火板及類似部件以及需要高功率、高效率、高耐電壓性及高容量的半導體裝置中。

【0003】 碳化矽藉由例如對碳原料（例如，碳化矽廢料）進行熱處理（heat treatment）或電氣化等各種方法來製造。傳統方法的實例包括艾其遜（Acheson）方法、反應燒結方法、大氣壓燒結方法以

及化學氣相沈積（chemical vapor deposition，CVD）方法。該些方法的問題在於碳原料殘留。該些殘留物會充當雜質且可能使碳化矽的熱性質、電性性質及機械性質劣化。

【0004】 舉例而言，日本專利公開案第 2002-326876 號揭露一種在惰性氣體條件（例如，氬氣（Ar））下在高溫下使經過熱處置製程的碳化矽前驅物反應以使矽源與碳源聚合或交聯的方法。然而，該製程的問題在於製造成本高，且由於在真空或惰性氣體條件下在 1,800°C 至 2,100°C 的高溫下進行熱處置，因此粉末的大小不均勻。

【0005】 此外，太陽能電池及半導體行業中使用的晶圓是藉由在由石墨或類似材料製成的坩堝中自矽錠生長來製造，且在此種製造製程期間，產生大量吸附於坩堝的內壁上的碳化矽廢料以及包含碳化矽的廢漿料。然而，此種廢料的填埋清理引起環境問題並帶來高清理成本。

【發明內容】

【0006】 [技術問題]

【0007】 因此，鑒於上述問題做出本發明，且本發明的一個目的是提供一種用於製造碳化矽錠的設備以及一種使用所述設備製造碳化矽錠的方法，所述設備能夠改善碳化矽錠的生長速率並降低碳化矽晶圓的缺陷。

【0008】 [技術解決方案]

【0009】 根據本發明的一態樣，上述及其他目的可藉由提供一種

用於製造碳化矽錠的設備來達成，所述設備包括：坩堝，用於容納碳化矽原料；晶種片（seed tablet），設置於所述坩堝的上部處；以及溫度梯度控制部，設置於所述碳化矽原料與所述晶種片之間。

【0010】 在本發明的實施例中，溫度梯度控制部可包括自所述碳化矽原料昇華的碳化矽氣體進行移動所通過的路徑。

【0011】 在本發明的實施例中，所述路徑可具有 50 毫米至 150 毫米的直徑。

【0012】 在本發明的實施例中，所述路徑可具有 30 毫米至 120 毫米的高度。

【0013】 在本發明的實施例中，所述溫度梯度控制部可沿著所述坩堝的內周表面設置。

【0014】 在本發明的實施例中，所述溫度梯度控制部可形成於距所述碳化矽原料的表面 10 毫米至 100 毫米的高度處。

【0015】 在本發明的實施例中，所述溫度梯度控制部的高度可為自所述碳化矽原料的表面至所述晶種片的表面的高度的 50%至 70%。

【0016】 在本發明的實施例中，所述溫度梯度控制部可包括朝向所述坩堝的中心延伸的第一溫度梯度控制部、以及面對所述第一溫度梯度控制部的第二溫度梯度控制部，其中在所述第一溫度梯度控制部與所述第二溫度梯度控制部之間形成有空隙（air gap）。

【0017】 在本發明的實施例中，所述第一溫度梯度控制部及所述第二溫度梯度控制部可具有 1 毫米至 10 毫米的厚度。

【0018】 在本發明的實施例中，所述空氣隙的總體積可為 150,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。

【0019】 在本發明的實施例中，所述溫度梯度控制部可將所述第一溫度梯度控制部與所述第二溫度梯度控制部彼此連接，且可包括朝向所述坩堝的高度方向延伸的第三溫度梯度控制部。

【0020】 在本發明的實施例中，所述坩堝可包括設置於所述溫度梯度控制部與所述晶種片之間的引導部（guide part）。

【0021】 在本發明的實施例中，引導部的直徑可為相同的或者隨著引導部自溫度梯度控制部向晶種片靠近而減小。

【0022】 根據本發明的另一態樣，提供一種製造碳化矽錠的方法，所述方法包括以下步驟：準備坩堝，在所述坩堝的上部處設置晶種片且在所述坩堝的下部處裝載碳化矽原料；對所述坩堝進行加熱，以使碳化矽自所述碳化矽原料昇華；以及在所述晶種片上使經昇華的所述碳化矽生長成碳化矽錠，其中所述坩堝包括設置於所述碳化矽原料與所述晶種片之間的溫度梯度控制部，且經昇華的所述碳化矽的溫度由所述溫度梯度控制部來控制。

【0023】 在本發明的實施例中，所述坩堝可包括設置於溫度梯度控制部與晶種片之間的引導部，且經昇華的碳化矽可藉由引導部被引導至晶種片的表面。

【0024】 [有利的效果]

【0025】 根據本發明的用於製造碳化矽錠的設備可包括設置於碳化矽原料與晶種片之間的溫度梯度控制部。另外，由於溫度梯度控

制部與富矽氣體結合，因此可使富矽氣體在晶種片上的沈積最小化，使得可將碳化矽錠中的碳與矽調節成恆定的比例，可減少碳化矽錠及由其製造的碳化矽晶圓的缺陷，且可改善結晶度。

【0026】 另外，溫度梯度控制部可包括自碳化矽原料昇華的碳化矽氣體進行移動可通過的路徑，且可包括空氣隙。

【0027】 因此，溫度梯度控制部在垂直方向上的溫度梯度可增加，且可抑制大量碳化矽原料沈積至溫度梯度控制部上，使得碳化矽錠可具有優異的結晶度，且可改善生長速率。

【0028】 此外，用於製造碳化矽錠的設備可包括設置於溫度梯度控制部與晶種片之間的引導部。

【0029】 因此，已經經過溫度梯度控制部的經昇華的碳化矽氣體可被引導朝向晶種片的表面，使得可改善碳化矽氣體在晶種片上的沈積效率。

【圖式簡單說明】

【0030】

圖 1 示意性地示出根據本發明實施例的包括溫度梯度控制部的坩堝的橫截面。

圖 2 示意性地示出根據本發明實施例的溫度梯度控制部的平面圖。

圖 3 示意性地示出根據本發明實施例的溫度梯度控制部的分解立體圖。

圖 4 示意性地示出根據本發明實施例的包括引導部的坩堝的橫截面。

圖 5 示意性地示出根據本發明另一實施例的包括引導部的坩堝的橫截面。

圖 6 示意性地示出根據本發明另一實施例的包括引導部的坩堝的橫截面。

圖 7 示意性地示出根據本發明實施例的用於製造碳化矽錠的設備的橫截面。

圖 8 示意性地示出用於製造比較例 1 的碳化矽錠的設備的橫截面。

圖 9 示出使用光學顯微鏡拍攝的根據實例 1 製造的碳化矽晶圓樣品的表面的照片。

圖 10 示出使用光學顯微鏡拍攝的根據比較例 1 製造的碳化矽晶圓樣品的表面的照片。

圖 11 示出根據實例 1 製造的碳化矽晶圓樣品的表面的 X 射線繞射 (XRD) 映射結果。

圖 12 示出根據比較例 1 製造的碳化矽晶圓樣品的表面的 XRD 映射結果。

【實施方式】

【0031】 在本說明書或申請案中揭露的實施例的結構或功能說明僅僅是為了闡釋根據本發明的技術理念的實施例的目的而示出，

根據本發明的技術理念的實施例可以除了在本說明書或申請案中揭露的實施例之外的各種形式實施，且不應被解釋為本發明的技術理念僅限於本說明書或申請案中闡述的實施例。

【0032】 在本說明書或申請案中，當「包括 (include)」某一組件時，除非有不同的揭露內容，否則此表示所述組件可更包括另一組件。另外，應理解，除非另有說明，否則在所有情形中，代表本說明書或申請案中闡述的組件的物理性質值、尺寸等的所有數值範圍均由用語「約 (about)」修飾。在本說明書或本申請案中，「百萬分率 (parts per million, ppm)」是以重量計。

【0033】 在本說明書或本申請案中，「A 及/或 B」意指「A、B 或 A 及 B」。另外，當一組件被稱為與另一組件「連接」時，不僅包括直接連接的情形，亦包括與存在於其間的另一組件連接的情形。另外，應理解，當 B 被稱為「位於」A「上」時，B 直接位於 A 上或者 B 以其間設置有中間層的方式位於 A 上，且不應被解釋為僅限於其中 B 直接位於 A 的表面上情形。另外，除非上下文另外清楚地指出，否則以單數使用的表達被解釋為包括單數或複數的表達。另外，各個實施例可彼此組合，限制條件是其在技術上不會彼此不相容。

【0034】 根據本發明的用於製造碳化矽錠的設備包括：坩堝，用於容納碳化矽原料；晶種片，設置於坩堝的上部處；以及溫度梯度控制部，設置於碳化矽原料與晶種片之間。

【0035】 圖 1 示意性地示出根據本發明實施例的包括溫度梯度控

制部的坩堝的橫截面。圖 2 示意性地示出根據本發明實施例的溫度梯度控制部的平面圖。圖 3 示意性地示出根據本發明實施例的溫度梯度控制部的分解立體圖。另外，圖 4 至圖 6 示意性地示出根據各種實施例的包括引導部的坩堝的橫截面。

【0036】 參照圖 1 至圖 6，用於製造碳化矽錠的設備包括容納碳化矽原料 10 的坩堝。坩堝可包括坩堝主體 20、以及設置於坩堝主體的上部上的坩堝蓋 30。碳化矽原料 10 可被容納於坩堝主體 20 中。

【0037】 碳化矽原料 10 可包含碳化矽。碳化矽原料 10 可包含 α 相碳化矽及/或 β 相碳化矽。碳化矽原料 10 可包含碳化矽單晶體及/或碳化矽複晶體。

【0038】 除了碳化矽之外，碳化矽原料 10 可更包含不需要的雜質。

【0039】 碳化矽原料 10 可更包含作為雜質的碳系材料（例如，石墨）。碳系材料可源自石墨坩堝及類似裝置。碳系材料可以約 1 重量%至約 60 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 2 重量%至約 60 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 5 重量%至約 60 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 5 重量%至約 50 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 50 重量%或小於 50 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 45 重量%或小於 45 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 40 重量%或小於 40 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 1 重量%至約 50 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約

5 重量%至約 45 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 10 重量%至約 40 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 10 重量%至約 35 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 10 重量%至約 30 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。碳系材料可以約 10 重量%至約 20 重量%的含量包含於碳化矽原料 10 中。

【0040】 碳化矽原料 10 可更包含作為雜質的游離矽。游離矽可源自矽基板、矽組件及/或類似裝置。矽組件可為半導體裝備中使用的組件（例如，聚焦環（focus ring））。游離矽可以約 0.01 重量%至約 10 重量%的含量包含於碳化矽原料中。

【0041】 碳化矽原料 10 可更包含金屬雜質。金屬雜質可為選自由以下組成的群組中的至少一者：鋰、硼、鈉、鋁、磷、鉀、鈣、鈦、鈮、鉻、錳、鐵、鎳、銅、鋅、鋇、銦、鉍、錫、鉍、鎢及鉛。

【0042】 以碳化矽原料 10 的總重量計，金屬雜質的含量可為約 0.1 百萬分率至 13 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 0.3 百萬分率至 12 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 0.5 百萬分率至 8 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 0.8 百萬分率至 10 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 1 百萬分率至 6 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 0.1 百萬分率至 5 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 0.5 百萬分率至 3 百萬分率。金屬雜質的含量可為約 0.5 百萬分率至 2 百萬分率。

【0043】 碳化矽原料 10 可更包含非金屬性雜質。非金屬性雜質可選自由氟、氮、氯及磷組成的群組。

【0044】 以碳化矽原料 10 的總重量計，非金屬性雜質的含量可為約 0.01 百萬分率至 30 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 0.3 百萬分率至 20 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 0.5 百萬分率至 15 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 1 百萬分率至 15 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 3 百萬分率至 13 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 1 百萬分率至 10 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 5 百萬分率至 15 百萬分率。非金屬性雜質的含量可為約 5 百萬分率至 12 百萬分率。

【0045】 碳化矽原料 10 可包含約 30 重量%或大於 30 重量%的具有約 100 微米或大於 100 微米的粒徑的顆粒。碳化矽原料 10 可包含約 50 重量%或大於 50 重量%的具有約 100 微米或大於 100 微米的粒徑的顆粒。碳化矽原料 10 可包含約 70 重量%或大於 70 重量%的具有約 100 微米或大於 100 微米的粒徑的顆粒。

【0046】 碳化矽原料 10 可包含約 30 重量%或大於 30 重量%的具有約 1 毫米或大於 1 毫米的粒徑的顆粒。碳化矽原料 10 可包含約 50 重量%或大於 50 重量%的具有約 1 毫米或大於 1 毫米的粒徑的顆粒。碳化矽原料 10 可包含約 70 重量%或大於 70 重量%的具有約 1 毫米或大於 1 毫米的粒徑的顆粒。此處，假設球體具有與顆粒的體積相同的體積，則球體的直徑被定義為顆粒的直徑。

【0047】 碳化矽原料 10 可源自包含碳化矽的基板。碳化矽原料 10 可源自整體上包含碳化矽的晶圓。碳化矽原料 10 可源自沈積於基板（例如，矽）上的碳化矽層。

【0048】 碳化矽原料 10 可源自單晶碳化矽錠。單晶碳化矽錠可為在製造製程期間產生且由於缺陷而被丟棄者。碳化矽原料 10 可源自碳化矽複晶體。

【0049】 碳化矽原料 10 可源自碳化矽燒結壓坯(sintered compact)。碳化矽燒結壓坯可由經燒結的碳化矽粉末形成。碳化矽燒結壓坯可為半導體製造裝備中所包括的組件。

【0050】 碳化矽原料 10 可源自包括碳化矽層的石墨組件。石墨組件可包括用於形成碳化矽錠的坩堝等。

【0051】 碳化矽原料 10 可源自包括碳化矽層的半導體裝備組件。碳化矽層可藉由化學氣相沈積(CVD)製程、藉由在矽組件的表面上沈積碳化矽等來形成。

【0052】 碳化矽原料 10 可具有塊形狀。碳化矽原料 10 可具有板形狀。

【0053】 碳化矽原料 10 可具有方塊形狀。至少一個碳化矽方塊可包含於坩堝主體 20 中。碳化矽方塊的表觀體積(apparent volume)可為約 1 立方公分或大於 1 立方公分。碳化矽方塊的表觀體積可為約 5 立方公分或大於 5 立方公分。碳化矽方塊的表觀體積可為約 10 立方公分或大於 10 立方公分。碳化矽方塊的表觀體積可為約 20 立方公分或大於 20 立方公分。碳化矽方塊的表觀體積可為約 100 立方公分或大於 100 立方公分。碳化矽方塊的表觀體積可為約 1,000 立方公分或大於 1,000 立方公分。碳化矽方塊的表觀體積可為約 5,000 立方公分或大於 5,000 立方公分。碳化矽方塊的表

觀體積可為約 1 立方米或小於 1 立方米。碳化矽方塊的表觀體積可小於坩堝主體 20 內部的空間的體積。表觀體積可為基於碳化矽方塊的外形量測的體積。表觀體積可為假設碳化矽方塊中不存在孔隙而量測的體積。表觀體積可為碳化矽方塊中碳化矽的體積與碳化矽方塊中孔隙的體積之和。

【0054】 碳化矽方塊可具有柱狀形狀，例如圓柱形柱或多邊形柱。碳化矽方塊可具有多面體形狀。碳化矽方塊可具有板形狀。碳化矽方塊可具有圓錐形狀，例如圓錐或多邊形圓錐。碳化矽方塊可具有圓環形狀。碳化矽方塊可具有其中一部分被切除的形狀。

【0055】 碳化矽方塊可為單晶體或複晶體。碳化矽方塊可為燒結壓坯。亦即，碳化矽方塊可藉由燒結碳化矽顆粒等形成為方塊形狀。

【0056】 碳化矽方塊可藉由利用化學氣相沈積沈積碳化矽而形成。碳化矽方塊可藉由利用物理氣相沈積（physical vapor deposition）沈積碳化矽而形成。碳化矽方塊可包括 α 相碳化矽或 β 相碳化矽。

【0057】 碳化矽方塊可具有高導熱率（thermal conductivity）。碳化矽方塊的導熱率可為約 10 瓦/米開爾文（W/mK）或大於 10 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率可為約 20 瓦/米開爾文或大於 20 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率可為約 30 瓦/米開爾文或大於 30 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率可為約 50 瓦/米開爾文或大於 50 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率可為約 70 瓦/米開爾文或大於 70 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率可為約 100 瓦/米開爾文

或大於 100 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率可為約 110 瓦/米開爾文或大於 110 瓦/米開爾文。碳化矽方塊的導熱率的上限可為約 2,000 瓦/米開爾文。

【0058】 碳化矽方塊可具有非等向性的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 10 瓦/米開爾文或大於 10 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 20 瓦/米開爾文或大於 20 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 30 瓦/米開爾文或大於 30 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 40 瓦/米開爾文或大於 40 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 50 瓦/米開爾文或大於 50 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 70 瓦/米開爾文或大於 70 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 100 瓦/米開爾文或大於 100 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊可被佈置成在水平方向上具有約 110 瓦/米開爾文或大於 110 瓦/米開爾文的導熱率。碳化矽方塊在水平方向上的導熱率的上限可為約 2,000 瓦/米開爾文。由於碳化矽方塊具有處於此範圍內的導熱率，因此自坩堝主體 20 產生的熱量可高效地傳遞至坩堝主體 20 內部空間的中心。因此，可將坩堝主體 20 內水平方向上的溫度梯度最小化。

【0059】 碳化矽方塊的直徑可實質上相同於坩堝主體 20 的內徑。碳化矽方塊可幾乎完全適合坩堝主體 20 的下部。碳化矽方塊的外

表面的至少一部分可與坩堝主體 20 的內表面直接接觸。碳化矽方塊的外表面的與坩堝主體 20 的內表面接觸的部分可為約 20%或大於 20%。當坩堝主體 20 與碳化矽方塊部分地接觸時，自坩堝主體 20 產生的熱量可容易地傳遞至碳化矽方塊。

【0060】 坩堝主體 20 可設置有內部空間。坩堝主體 20 可容納碳化矽原料 10。坩堝主體 20 可包括容納部 (containing part) 作為用於容納碳化矽原料 10 的空間。坩堝主體 20 可具有圓柱形形狀，所述圓柱形形狀具有上表面敞開的開口。坩堝主體 20 可具有能夠在其中裝載碳化矽原料 10 的結構。

【0061】 坩堝主體 20 可包含石墨。坩堝主體 20 可由石墨製成。坩堝主體 20 可為石墨坩堝。坩堝主體 20 可為導體。坩堝主體 20 可由感應電流引起的電阻熱進行加熱。

【0062】 坩堝主體 20 的密度可為 1.70 克/立方公分至 1.90 克/立方公分。坩堝主體 20 的密度可為 1.75 克/立方公分至 1.90 克/立方公分。坩堝主體 20 的密度可為 1.75 克/立方公分至 1.85 克/立方公分。

【0063】 坩堝蓋 30 可覆蓋坩堝主體 20 的入口。坩堝蓋 30 可具有圓板形狀。坩堝蓋 30 可覆蓋坩堝主體 20 的整個入口。坩堝蓋 30 可具有對應於坩堝主體 20 的入口的形狀。

【0064】 坩堝蓋 30 的厚度可為約 10 毫米至約 50 毫米。坩堝蓋 30 的厚度可為約 15 毫米至約 50 毫米。坩堝蓋 30 的厚度可為約 15 毫米至約 45 毫米。

【0065】 坩堝蓋 30 的密度可為 1.70 克/立方公分至 1.90 克/立方公分。坩堝蓋 30 的密度可為 1.75 克/立方公分至 1.90 克/立方公分。坩堝蓋 30 的密度可為 1.75 克/立方公分至 1.85 克/立方公分。

【0066】 坩堝蓋 30 可包含石墨。坩堝蓋 30 可實質上由石墨製成。坩堝蓋 30 可覆蓋坩堝主體 20 的整個開口。

【0067】 坩堝蓋 30 可部分地覆蓋坩堝主體 20 的開口或者坩堝蓋 30 可設置有穿孔（未示出）。坩堝主體 20 與坩堝蓋 30 可被組裝以形成坩堝。

【0068】 可在坩堝的上部處設置晶種片 50。晶種片 50 可設置於坩堝內部。

【0069】 晶種片 50 可為施加偏角（off-angle）的晶圓中的一者，所述偏角是相對於(0001)面自 0 至 8 度的範圍中選擇的角度。

【0070】 晶種片 50 可為具有最小缺陷或同質多形性的實質上單晶的 4H 碳化矽（SiC）錠。晶種片 50 可實質上由 4H 碳化矽（SiC）形成。

【0071】 晶種片 50 可具有 4 英吋或大於 4 英吋、5 英吋或大於 5 英吋、或者 6 英吋或大於 6 英吋的直徑。晶種片 50 可具有 4 英吋至 12 英吋、4 英吋至 10 英吋或者 6 英吋至 8 英吋的直徑。

【0072】 晶種片 50 可接合至晶種片保持器 40。晶種片保持器 40 可包含石墨。晶種片保持器 40 可由石墨形成。晶種片保持器 40 可包含非等向性石墨及/或等向性石墨。晶種片保持器 40 可由非等向性石墨及/或等向性石墨形成。

【0073】晶種片保持器 40 可具有高導熱性。晶種片保持器 40 可在水平方向上具有高導熱性。晶種片保持器 40 可在至少一個方向上具有約 100 瓦/米開爾文或大於 100 瓦/米開爾文的導熱率。晶種片保持器 40 可在至少一個方向上具有約 110 瓦/米開爾文或大於 110 瓦/米開爾文的導熱率。晶種片保持器 40 可在至少一個方向上具有約 120 瓦/米開爾文或大於 120 瓦/米開爾文的導熱率。晶種片保持器 40 可在至少一個方向上具有約 130 瓦/米開爾文或大於 130 瓦/米開爾文的導熱率。晶種片保持器 40 可在至少一個方向上具有約 140 瓦/米開爾文或大於 140 瓦/米開爾文的導熱率。晶種片保持器 40 可在至少一個方向上具有約 150 瓦/米開爾文或大於 150 瓦/米開爾文的導熱率。

【0074】坩堝蓋 30 與晶種片保持器 40 可彼此一體地形成。坩堝蓋 30 及晶種片保持器 40 可由石墨製成。坩堝蓋 30 及晶種片保持器 40 可在水平方向中的至少一個方向上具有約 100 瓦/米開爾文或大於 100 瓦/米開爾文的導熱率。坩堝蓋 30 及晶種片保持器 40 可在水平方向中的至少一個方向上具有約 110 瓦/米開爾文或大於 110 瓦/米開爾文的導熱率。坩堝蓋 30 及晶種片保持器 40 根據方向的導熱率可實質上相同。

【0075】晶種片 50 與晶種片保持器 40 可藉由黏合劑層(未示出)彼此接合。黏合劑層可包含碳化合物(例如,石墨填料及酚醛樹脂)。黏合劑層可具有低孔隙率。晶種片 50 可被佈置成使得 C 面面向下。

【0076】 用於製造碳化矽錠的設備包括佈置於碳化矽原料 10 與晶種片 50 之間的溫度梯度控制部 60。

【0077】 溫度梯度控制部 60 可與富矽氣體結合。溫度梯度控制部 60 可為可與富矽氣體物理結合或化學結合的材料。溫度梯度控制部 60 可包含碳系材料。溫度梯度控制部 60 可包含石墨。溫度梯度控制部 60 可由石墨製成。

【0078】 自碳化矽原料 10 昇華的碳化矽氣體可被溫度梯度控制部 60 吸收。碳化矽氣體可包含相對於碳過量的矽。可藉由溫度梯度控制部 60 而與碳化矽氣體中包含的矽結合。

【0079】 當藉由溫度梯度控制部 60 沈積碳化矽氣體中過量包含的富矽氣體時，碳化矽錠的碳與矽的含量可被控制於恆定的比例。因此，可抑制由於在晶種片 50 的表面上生長的過量矽而導致的同質多形體的混合，且可降低碳化矽錠及由其製造的碳化矽晶圓的缺陷，使得可改善結晶度。

【0080】 溫度梯度控制部 60 可沿著坩堝的內周表面設置。溫度梯度控制部 60 可沿著坩堝主體 20 的內周表面設置。溫度梯度控制部 60 可與坩堝主體 20 的內周表面接觸。溫度梯度控制部 60 可與坩堝主體 20 的內周表面間隔開。

【0081】 溫度梯度控制部 60 可完全沿著坩堝主體 20 的內周表面佈置。溫度梯度控制部 60 可設置於坩堝主體 20 的內周表面的至少一部分上。

【0082】 溫度梯度控制部 60 可藉由緊固結構接合至坩堝主體 20。

溫度梯度控制部 60 可接合至坩堝主體 20 而無需緊固結構。溫度梯度控制部 60 的至少一部分可被設置成固定至坩堝主體 20 的狀態。溫度梯度控制部 60 可被佈置成可自坩堝主體 20 拆卸的狀態。

【0083】 溫度梯度控制部 60 可具有環形狀。溫度梯度控制部 60 可具有圓環形狀。溫度梯度控制部 60 可具有多面體形狀。溫度梯度控制部 60 可具有至少一部分被切除的形狀。

【0084】 溫度梯度控制部 60 可包括自碳化矽原料 10 昇華的碳化矽氣體進行移動可通過的路徑。溫度梯度控制部 60 可包括至少一條路徑。路徑的橫截面可為圓形、橢圓形或多邊形。經昇華的碳化矽氣體可通過所述路徑移動至晶種片 50 的表面。

【0085】 路徑的直徑 (D) 可為 30 毫米至 200 毫米。路徑的直徑 (D) 可為 35 毫米至 200 毫米。路徑的直徑 (D) 可為 50 毫米至 150 毫米。路徑的高度 (未示出) 可為 10 毫米至 200 毫米。路徑的高度可為 20 毫米至 200 毫米。路徑的高度可為 30 毫米至 120 毫米。路徑的高度意指坩堝在高度方向 (Y) 上的長度。當滿足所述範圍時,可抑制過量的碳化矽氣體沈積於溫度梯度控制部 60 上,且可提高碳化矽氣體在晶種片 50 上的沈積效率。

【0086】 溫度梯度控制部 60 可包括朝向坩堝的中心的第一溫度梯度控制部 62、以及面對第一溫度梯度控制部 62 的第二溫度梯度控制部 63。此處,在第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 之間可形成空氣隙 61。

【0087】 第一溫度梯度控制部 62 及第二溫度梯度控制部 63 可包

含可與矽物理結合或化學結合的材料。第一溫度梯度控制部 62 及第二溫度梯度控制部 63 可包含碳系材料。第一溫度梯度控制部 62 及第二溫度梯度控制部 63 可包含石墨。第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 可由相同的材料製成。第一溫度梯度控制部 62 及第二溫度梯度控制部 63 可由石墨製成。

【0088】 第一溫度梯度控制部 62 可具有環形狀。第一溫度梯度控制部 62 的直徑可等於或小於坩堝主體 20 的內徑。第一溫度梯度控制部 62 的中心可設置有自碳化矽原料 10 昇華的碳化矽氣體進行移動所通過的路徑。通過所述路徑，經昇華的碳化矽氣體可移動至晶種片 50 的表面。

【0089】 基於坩堝的高度方向 Y，第二溫度梯度控制部 63 可設置於第一溫度梯度控制部 62 的下部處。

【0090】 第二溫度梯度控制部 63 可具有環形狀。第二溫度梯度控制部 63 的直徑可等於或小於坩堝主體 20 的內徑。第二溫度梯度控制部 63 的形狀可相同於第一溫度梯度控制部 62 的形狀。第二溫度梯度控制部 63 的直徑可相同於第一溫度梯度控制部 62 的直徑。

【0091】 第二溫度梯度控制部 63 的中心可設置有自碳化矽原料 10 昇華的碳化矽氣體進行移動可通過的路徑。碳化矽氣體可通過所述路徑移動至形成於第一溫度梯度控制部 62 中的路徑。已經通過在第一溫度梯度控制部 62 中形成的路徑的碳化矽氣體可移動至晶種片 50 的表面。

【0092】 第一溫度梯度控制部 62 的厚度 H3 及第二溫度梯度控制部 63 的厚度 H4 可為 1 毫米至 10 毫米。第一溫度梯度控制部 62 的厚度 H3 及第二溫度梯度控制部 63 的厚度 H4 可為 1 毫米至 8 毫米。第一溫度梯度控制部 62 的厚度 H3 及第二溫度梯度控制部 63 的厚度 H4 可為 1 毫米至 5 毫米。當滿足所述範圍時，可改善溫度梯度控制部 60 的熱穩定性及機械穩定性，且可提高碳化矽氣體在晶種片 50 中的沈積效率。

【0093】 第二溫度梯度控制部 63 可基於坩堝的高度方向 Y 而與第一溫度梯度控制部 62 間隔開。空氣隙 61 可形成於彼此隔開的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 之間。空氣隙 61 可形成於彼此隔開的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 之間的空間的至少一部分中。由於空氣隙 61，溫度梯度控制部 60 在垂直方向上的溫度梯度可增加，且可抑制碳化矽氣體過度沈積於溫度梯度控制部 60 上的現象，使得可改善碳化矽錠的生長速率。

【0094】 彼此隔開的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 之間可包含具有孔隙的材料。孔隙可為二或更多個。由於該些孔隙，空氣隙 61 可形成於彼此隔開的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 之間的空間的至少一部分中。

【0095】 在彼此隔開的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 之間可形成空的空間。空氣隙 61 可由空的空間形成。

【0096】 空氣隙 61 可沿著坩堝的內周表面形成。空氣隙 61 可與

坩堝主體 20 的內周表面接觸。空氣隙 61 可與坩堝主體 20 的內周表面間隔開。

【0097】 空氣隙 61 的總體積可為 150,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。空氣隙 61 的總體積可為 200,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。空氣隙 61 的總體積可為 300,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。空氣隙 61 的總體積可為 400,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。空氣隙 61 的總體積可為 500,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。當滿足所述範圍時，溫度梯度控制部 60 在垂直方向上的溫度梯度可由於空氣隙 61 而適當地增加，使得可改善碳化矽錠的生長速率。

【0098】 溫度梯度控制部 60 將第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 彼此連接，且可包括朝向坩堝的高度方向 Y 延伸的第三溫度梯度控制部 64。

【0099】 第三溫度梯度控制部 64 可包含可與矽物理結合或化學結合的材料。第三溫度梯度控制部 64 可包含碳系材料。第三溫度梯度控制部 64 可包含石墨。第三溫度梯度控制部 64 可由石墨製成。第三溫度梯度控制部 64 可由與第一溫度梯度控制部 62 及第二溫度梯度控制部 63 相同的材料製成。

【0100】 第三溫度梯度控制部 64 可具有環形狀。第三溫度梯度控制部 64 可具有圓柱形環形狀。第三溫度梯度控制部 64 可包括自碳化矽原料 10 昇華的碳化矽氣體進行移動可通過的路徑。已經經過第二溫度梯度控制部 63 的路徑的碳化矽氣體可移動至形成於第

三溫度梯度控制部 64 中的路徑。已經經過形成於第三溫度梯度控制部 64 中的路徑的碳化矽氣體可移動至形成於第一溫度梯度控制部 62 中的路徑。已經經過形成於第一溫度梯度控制部 62 中的路徑的碳化矽氣體可移動至晶種片 50 的表面。

【0101】 形成於第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 中的路徑的總體積:空氣隙 61 的總體積可為 1:0.35 至 1:5。形成於第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 中的路徑的總體積:空氣隙 61 的總體積可為 1:0.5 至 1:5。形成於第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 中的路徑的總體積:空氣隙 61 的總體積可為 1:1 至 1:5。形成於第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 中的路徑的總體積:空氣隙 61 的總體積可為 1:1 至 1:4。形成於第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 中的路徑的總體積:空氣隙 61 的總體積可為 1:1.5 至 1:3。當滿足所述範圍時，可抑制過量的碳化矽氣體沈積於溫度梯度控制部 60 上，使得可改善碳化矽錠的生長速率。

【0102】 第三溫度梯度控制部 64 可將環形的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 彼此連接。第三溫度梯度控制部 64 可具有圓柱形環形狀，可將環形的第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 彼此連接。

【0103】 可設置單個第三溫度梯度控制部 64 來將第一溫度梯度控

制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 彼此連接。可設置多個第三溫度梯度控制部 64 來將第一溫度梯度控制部 62 與第二溫度梯度控制部 63 彼此連接。

【0104】 第三溫度梯度控制部 64 可完全沿著坩堝的內周表面形成。第三溫度梯度控制部 64 可形成於坩堝的內周表面的至少一部分上。第三溫度梯度控制部 64 可形成於與坩堝的內周表面間隔開的位置處。第三溫度梯度控制部 64 可形成於與坩堝的內周表面間隔開相同間隔的位置處。

【0105】 空氣隙 61 可形成於由第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 環繞的空的空間中。空氣隙 61 可形成於由第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63、第三溫度梯度控制部 64 及坩堝的內周表面環繞的空的空間中。空氣隙 61 可沿著坩堝的內周表面形成於由第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63、第三溫度梯度控制部 64 及坩堝的內周表面環繞的空的空間中。

【0106】 第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 可在整體上彼此耦合。第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 可為可拆卸的。

【0107】 第三溫度梯度控制部 64 的厚度（未示出）可為 1 毫米至 50 毫米。第三溫度梯度控制部 64 的厚度可為 1 毫米至 20 毫米。第三溫度梯度控制部 64 的厚度可為 1 毫米至 10 毫米。基於坩堝的高度方向 Y，第三溫度梯度控制部 64 的厚度可逐步增加或減少。

基於坩堝的高度方向 Y，第三溫度梯度控制部 64 的厚度可依次增大或減小。連接至第二溫度梯度控制部 63 的第三溫度梯度控制部 64 的厚度可較連接至第一溫度梯度控制部 62 的第三溫度梯度控制部 64 的厚度厚。因此，可改善溫度梯度控制部 60 的機械穩定性。

【0108】 為了改善包含於碳化矽氣體中的矽的吸附效率及碳化矽錠的生長速率，第一溫度梯度控制部 62、第二溫度梯度控制部 63 及第三溫度梯度控制部 64 的表面的至少一部分可包括凹槽形狀及/或凹凸形狀。

【0109】 溫度梯度控制部 60 可形成於與碳化矽原料 10 的表面間隔開的位置處。溫度梯度控制部 60 可形成於距碳化矽原料 10 的表面 5 毫米至 100 毫米的高度 (H2) 處。溫度梯度控制部 60 可形成於距碳化矽原料 10 的表面 10 毫米至 100 毫米的高度 (H2) 處。溫度梯度控制部 60 可形成於距碳化矽原料 10 的表面 10 毫米至 90 毫米的高度 (H2) 處。溫度梯度控制部 60 可形成於距碳化矽原料 10 的表面 10 毫米至 80 毫米的高度 (H2) 處。溫度梯度控制部 60 可形成於距碳化矽原料 10 的表面 20 毫米至 40 毫米的高度 (H2) 處。

【0110】 溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為 10 毫米至 100 毫米。溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為 30 毫米至 100 毫米。溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為 50 毫米至 100 毫米。溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為 60 毫米至 65 毫米。

【0111】 溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為自碳化矽原料 10 的表面至晶種片 50 的表面的高度 H0 的 30%至 80%。溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為自碳化矽原料 10 的表面至晶種片 50 的表面的高度 H0 的 40%至 70%。溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為自碳化矽原料 10 的表面至晶種片 50 的表面的高度 H0 的 50%至 70%。溫度梯度控制部 60 的高度 H1 可為自碳化矽原料 10 的表面至晶種片 50 的表面的高度 H0 的約 60%。

【0112】 當溫度梯度控制部 60 滿足所述高度範圍時，碳化矽錠中的碳與矽可被控制於恆定的比例，使得可減少碳化矽錠及由其製造的碳化矽晶圓的缺陷，且可改善結晶度。

【0113】 基於坩堝的高度方向 Y，坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度與坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度之間的差可為 50°C至 200°C。坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度與坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度之間的差可為 50°C至 180°C。坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度與坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度之間的差可為 50°C至 150°C。坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度可意指第二溫度梯度控制部 63 的下部處及坩堝主體 20 的底表面的中心處的表面溫度。坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度可意指第一溫度梯度控制部 62 的上部處及坩堝蓋 30 的頂表面的中心處的表面溫度。當滿足所述範圍時，可將在生長碳化矽錠的初

始步驟中富矽氣體在晶種片 50 上的沈積最小化，使得可將碳化矽錠中的碳與矽控制於恆定的比例，可減少碳化矽錠及由其製造的碳化矽晶圓的缺陷，且可改善結晶度。

【0114】 坩堝可包括佈置於溫度梯度控制部 60 與晶種片 50 之間的引導部 70。已經經過溫度梯度控制部 60 的碳化矽氣體可被引導部 70 引導朝向晶種片 50 的表面，使得碳化矽氣體在晶種片 50 中的沈積效率可提高。

【0115】 引導部 70 可沿著坩堝的內周表面設置。引導部 70 可設置於坩堝主體 20 的內周表面上。引導部 70 的至少一部分可與坩堝主體 20 的內周表面接觸。引導部 70 可與坩堝主體 20 的內周表面間隔開。

【0116】 引導部 70 可藉由緊固結構附裝至坩堝主體 20。引導部 70 可附裝至坩堝主體 20 而無需緊固結構。引導部 70 的至少一部分可被設置成固定至坩堝主體 20 的狀態。引導部 70 可被佈置成可自坩堝主體 20 拆卸的狀態。

【0117】 基於坩堝的高度方向 Y，引導部 70 可具有頂部敞開的形狀。碳化矽氣體可通過引導部 70 的頂部移動至晶種片 50 的表面。

【0118】 基於坩堝的高度方向 Y，引導部 70 的直徑可為相同的或者隨著引導部 70 自溫度梯度控制部 60 向晶種片 50 靠近而減小。引導部 70 的直徑可隨著引導部 70 自溫度梯度控制部 60 向晶種片 50 靠近而以逐步方式減小。引導部 70 的直徑可隨著引導部 70 自溫度梯度控制部 60 向晶種片 50 靠近而以恆定的比例減小。

【0119】 引導部 70 的直徑的最小值可為 4 英吋至 15 英吋。引導部 70 的直徑的最小值可為 4 英吋至 12 英吋。引導部 70 的直徑的最小值可為 4 英吋至 10 英吋。引導部 70 的直徑的最小值可依據欲製造的碳化矽錠的直徑進行調節。

【0120】 引導部 70 可使用具有熱穩定性及機械穩定性的材料來製造。引導部 70 可包含碳系材料。引導部 70 可包含石墨。引導部 70 可由石墨製成。

【0121】 為了使碳化矽氣體更平滑地移動至晶種片 50 的表面，引導部 70 的表面的至少一部分可包括凹槽形狀及/或凹凸形狀。

【0122】 根據本發明的製造碳化矽錠的方法包括以下步驟：準備坩堝，在坩堝的上部處設置晶種片且在坩堝的下部處裝載碳化矽原料；對坩堝進行加熱，以使碳化矽自碳化矽原料昇華；以及在晶種片上使經昇華的碳化矽生長成碳化矽錠，其中坩堝包括設置於碳化矽原料與晶種片之間的溫度梯度控制部，且經昇華的碳化矽的溫度由溫度梯度控制部來控制。

【0123】 圖 7 示意性地示出根據本發明實施例的用於製造碳化矽錠的設備的橫截面。

【0124】 參照圖 1 至圖 7，根據本發明的製造方法包括以下步驟：準備坩堝，在坩堝的上部處設置晶種片 50 且在坩堝的下部處裝載碳化矽原料 10。

【0125】 所述步驟可包括將裝載於坩堝主體 20 中的碳化矽原料 10 佈置成面對晶種片 50 的步驟。

【0126】 碳化矽原料 10 可包括具有碳源及矽源的粉末形式。碳化矽原料 10 可包括具有碳源及矽源的收縮粉末 (necked powder)。碳化矽原料 10 可包括具有碳源及矽源的表面碳化粉末。

【0127】 碳化矽原料 10 可以全部碳化矽原料計的 15 重量%或小於 15 重量%的量包含具有 75 微米或小於 75 微米的大小的顆粒。碳化矽原料 10 可以全部碳化矽原料計的 10 重量%或小於 10 重量%的量包含具有 75 微米或小於 75 微米的大小的顆粒。碳化矽原料 10 可以全部碳化矽原料計的 5 重量%或小於 5 重量%的量包含具有 75 微米或小於 75 微米的大小的顆粒。當應用如上所述包含相對少的含量的小顆粒的碳化矽原料時，可減少碳化矽錠中缺陷的出現，可更有利地控制過飽和度 (degree of supersaturation)，且可改善由碳化矽錠製造的晶圓的結晶度。

【0128】 坩堝可包括：坩堝主體 20，包括內部空間及開口；以及坩堝蓋 30，設置於坩堝主體 20 的頂部上以對應於開口。

【0129】 坩堝蓋 30 可包括與坩堝蓋 30 一體設置或分開設置的晶種片保持器 40。晶種片保持器 40 可固定晶種片 50，使得碳化矽原料 10 與晶種片 50 彼此面對。

【0130】 坩堝的導熱率可為 80 瓦/米開爾文或大於 80 瓦/米開爾文。坩堝的導熱率可為 90 瓦/米開爾文或大於 90 瓦/米開爾文。坩堝的導熱率可為 150 瓦/米開爾文或小於 150 瓦/米開爾文。坩堝的導熱率可為 120 瓦/米開爾文或小於 120 瓦/米開爾文。坩堝的導熱率可為 80 瓦/米開爾文或大於 80 瓦/米開爾文至 150 瓦/米開爾文

或小於 150 瓦/米開爾文。當滿足所述範圍時，可藉由坩堝生產具有優異的結晶度及改善的機械性質的碳化矽錠。

【0131】 在所述步驟中，當碳化矽原料 10 的重量被認為是 1 時，坩堝的重量比 (Rw) 可為 1.5 倍至 2.7 倍。坩堝的重量意指除碳化矽原料 10 之外的坩堝的重量，且具體而言，意指藉由自組裝成包括晶種片 50 的坩堝中除去供給的碳化矽原料 10 的重量而獲得的值，而無論晶種片保持器 40 是否應用於坩堝。當滿足所述重量比時，碳化矽錠可具有適當的過飽和，使得可改善結晶度。

【0132】 當坩堝主體 20 內部的空間的直徑被視為 1 時，自定位碳化矽原料 10 的坩堝的最低表面至晶種片 50 的表面的長度比可大於 1 倍且為 25 倍或小於 25 倍。

【0133】 根據本發明的製造方法包括以下步驟：對坩堝進行加熱，以使碳化矽自碳化矽原料 10 昇華；以及在晶種片 50 上使經昇華的碳化矽生長成碳化矽錠 11。

【0134】 步驟可為以下步驟：將坩堝主體 20 內部的空間調節成晶體生長氣氛，使得將碳化矽原料 10 蒸汽輸送並沈積於晶種片 50 上，且使碳化矽錠 11 自晶種片 50 生長。

【0135】 步驟可包括將坩堝的內部空間調節成晶體生長氣氛、用絕緣材料包裹所述坩堝形成反應容器（未示出），所述反應容器包括所述坩堝及所述絕緣材料、將所述反應容器定位於反應腔室 81（例如，石英管）中、加熱所述坩堝以及使用加熱構件 90。

【0136】 反應容器可定位於反應腔室 81 中，使得坩堝主體 20 內

部的空間可藉由加熱構件 90 被誘導至適合於晶體生長氣氛的溫度。此溫度是晶體生長氣氛的重要因素之一，且藉由對例如壓力及氣體移動等條件進行調節可形成更合適的晶體生長氣氛。絕緣材料 80 可設置於反應腔室 81 與反應容器之間，以有利於晶體生長氣氛的形成及控制。

【0137】 絕緣材料 80 可影響晶體生長氣氛中坩堝主體 20 內部或反應容器內部的溫度梯度。絕緣材料 80 可包括絕緣石墨材料。絕緣材料 80 可包括人造絲系石墨氈或瀝青系石墨氈。

【0138】 絕緣材料 80 可包括用於包裹坩堝主體 20 的第一絕緣材料及用於包裹坩堝蓋 30 的第二絕緣材料。在第一絕緣材料與坩堝主體 20 之間可形成大於 0 毫米且為 10 毫米或小於 10 毫米的間隙。在第一絕緣材料與坩堝主體 20 之間可形成大於 0 毫米且為 5 毫米的間隙。在第一絕緣材料與坩堝主體 20 之間可形成大於 0 毫米且為 3 毫米的間隙。在第一絕緣材料與坩堝主體 20 之間可形成 1 毫米至 3 毫米的間隙。所述間隙可充當坩堝主體 20 中體積變化的緩衝器。

【0139】 在第二絕緣材料與坩堝蓋 30 之間可形成大於 0 毫米且為 10 毫米的間隙。在第二絕緣材料與坩堝蓋 30 之間可形成大於 0 毫米且為 5 毫米的間隙。在第二絕緣材料與坩堝蓋 30 之間可形成大於 0 毫米且為 3 毫米的間隙。在第二絕緣材料與坩堝蓋 30 之間可形成 1 毫米至 3 毫米的間隙。所述間隙可充當坩堝蓋 30 中體積變化的緩衝器。

【0140】 第二絕緣材料的至少一部分可具有空的空間。由於第二絕緣材料具有空的空間，因此自坩堝產生的熱量可被平穩地釋放。

【0141】 絕緣材料 80 的密度可為 0.12 克/立方公分至 0.30 克/立方公分。絕緣材料 80 的密度可為 0.13 克/立方公分至 0.25 克/立方公分。絕緣材料 80 的密度可為 0.14 克/立方公分至 0.20 克/立方公分。當滿足所述範圍時，可改善碳化矽錠的品質，且可在碳化矽錠的生長製程中控制晶體生長氣氛，因此可生長更佳品質的碳化矽錠。

【0142】 絕緣材料 80 的孔隙率可為 73 體積%至 95 體積%。絕緣材料 80 的孔隙率可為 76 體積%至 93 體積%。絕緣材料 80 的孔隙率可為 81 體積%至 91 體積%。當滿足所述範圍時，可進一步降低所製造的碳化矽錠中裂紋出現的頻率。

【0143】 絕緣材料 80 的抗壓強度(compressive strength)可為 0.21 百萬帕或大於 0.21 百萬帕。絕緣材料 80 的抗壓強度可為 0.49 百萬帕或大於 0.49 百萬帕。絕緣材料 80 的抗壓強度可為 0.78 百萬帕或大於 0.78 百萬帕。絕緣材料 80 的抗壓強度可為 3 百萬帕或小於 3 百萬帕。絕緣材料 80 的抗壓強度可為 2.5 百萬帕或小於 2.5 百萬帕。當滿足所述範圍時，熱穩定性及機械穩定性可為優異的，且產生灰分 (ash) 的可能性可為低的，因此可製造更佳品質的碳化矽錠。

【0144】 絕緣材料 80 的厚度可為 20 毫米或大於 20 毫米。絕緣材料 80 的厚度可為 30 毫米或大於 30 毫米。絕緣材料 80 的厚度可

為 150 毫米或小於 150 毫米。絕緣材料 80 的厚度可為 120 毫米或小於 120 毫米。絕緣材料 80 的厚度可為 80 毫米或小於 80 毫米。當滿足所述範圍時，可充分獲得絕緣效果而不會造成絕緣材料的不必要地浪費。

【0145】 絕緣材料 80 可具有 0.12 克/立方公分至 0.30 克/立方公分的密度及 72 體積%至 90 體積%的孔隙率。當滿足所述範圍時，可抑制所製造的碳化矽錠凹陷地生長或過度凸起地生長，且可減少複晶品質的劣化或碳化矽錠中裂紋的出現。

【0146】 可藉由對反應腔室 81 外部的加熱構件 90 進行加熱來實行所述步驟。所述步驟可藉由在減壓氣氛及/或惰性氣氛(Ar 氣氛、N₂ 氣氛或其混合氣氛) 中進行減壓以除去空氣而與加熱同時實行或者單獨實行。

【0147】 在所述步驟中，可將碳化矽原料 10 蒸汽輸送至晶種片 50 的表面，且可誘導碳化矽晶體的生長以生長成碳化矽錠 11。

【0148】 在所述步驟中，可藉由設置於碳化矽原料 10 與晶種片 50 之間的溫度梯度控制部 60 將蒸汽自碳化矽原料 10 輸送至晶種片 50 的表面。溫度梯度控制部 60 可包括空氣隙 61。碳化矽氣體可經過形成於溫度梯度控制部 60 中的路徑，並移動至晶種片 50 的表面。由於空氣隙 61，溫度梯度控制部 60 在垂直方向上的溫度梯度可增加，且可抑制碳化矽氣體過度沈積至溫度梯度控制部 60 上，使得可改善碳化矽錠 11 的生長速率。

【0149】 坩堝可包括設置於溫度梯度控制部 60 與晶種片 50 之間

的引導部 70。經昇華的碳化矽可藉由引導部 70 被引導至晶種片 50 的表面。已經經過溫度梯度控制部 60 的碳化矽氣體可被引導部 70 引導朝向晶種片 50 的表面，使得碳化矽氣體在晶種片 50 中的沈積效率可提高。

【0150】 對於所述步驟，可施加 2,100°C 至 2,450°C 的生長溫度及 1 托至 100 托的生長壓力。當施加該些溫度及壓力時，可更高效地製造碳化矽錠 11。在所述步驟中，坩堝的上部及下部的表面溫度可為 2,100°C 至 2,450°C 的生長溫度，且其生長壓力可為 1 托至 50 托。在所述步驟中，坩堝的上部及下部的表面溫度可為 2,150°C 至 2,450°C 的生長溫度，且其生長壓力可為 1 托至 40 托。在所述步驟中，坩堝的上部及下部的表面溫度可為 2,150°C 至 2,350°C 的生長溫度，且其生長壓力可為 1 托至 30 托。當滿足所述範圍時，可製造更高品質的碳化矽錠 11。

【0151】 在所述步驟中，坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度與坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度之間的差可為 50°C 至 200°C。在所述步驟中，坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度與坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度之間的差可為 50°C 至 180°C。在所述步驟中，坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的下部處的表面溫度與坩堝的定位於溫度梯度控制部 60 的上部處的表面溫度之間的差可為 50°C 至 150°C。當滿足所述範圍時，可將在生長碳化矽錠 11 的初始步驟中富矽氣體在晶種片 50 上的沈積最小化，使得可將碳化

矽錠中的碳與矽調節成恆定的比例，可減少碳化矽錠及由其製造的碳化矽晶圓的缺陷，且可改善結晶度。

【0152】 碳化矽錠 11 可包含 4H SiC。碳化矽錠 11 的表面可為凸起的或平坦的。

【0153】 碳化矽錠 11 的表面形成為凹形，除了預期的 4H-SiC 晶體之外，亦可能混合其他同質多形體（例如，6H-SiC），而此可能會使碳化矽錠 11 的品質劣化。當碳化矽錠 11 的表面形成為過度凸起的形狀時，在碳化矽錠 11 自身中可能出現裂紋，或者當處理成晶圓時晶體可能破裂。

【0154】 基於翹曲程度來判斷碳化矽錠 11 是否是過度凸起的錠，且根據本發明的製造方法製造的碳化矽錠 11 的翹曲可為 20 毫米或小於 20 毫米。

【0155】 可藉由將其中碳化矽錠 11 的生長已經完成的樣品放置於台板（platen）上、並基於錠的後表面用高度計量測錠的中心的高度及邊緣的高度來將翹曲評估為（中心高度-邊緣高度）的值。正的翹曲值可指示凸面，0 可指示平坦，且負的翹曲值可指示凹面。

【0156】 碳化矽錠 11 可具有凸起或平坦的表面，且可具有 0 毫米至 14 毫米的翹曲。碳化矽錠 11 可具有 0 毫米至 11 毫米的翹曲。碳化矽錠 11 可具有 0 毫米至 8 毫米的翹曲。當滿足所述範圍時，晶圓處理可更容易，且可減少破裂的發生。

【0157】 碳化矽錠 11 可為具有最小的缺陷或同質多形性的實質上單晶的 4H SiC 錠。碳化矽錠 11 可實質上由 4H SiC 形成，且可具

有凸起或平坦的表面。

【0158】 碳化矽錠中可能出現的缺陷在碳化矽錠 11 中已經減少，因此可提供更高品質的碳化矽晶圓。

【0159】 根據本發明的製造方法製造的碳化矽錠 11 可減少其表面上的凹坑。舉例而言，直徑為 4 英吋或大於 4 英吋的錠的表面中所包括的凹坑可為 10/平方公分或小於 10/平方公分。

【0160】 可藉由使用光學顯微鏡觀察總共五個位置並在每一位置處量測每單位面積（1 平方公分）的凹坑且然後取其平均值來對碳化矽錠 11 的表面適配進行評估，所述五個位置即錠表面除刻面之外的中心部分中的一個位置、以及位於自錠的邊緣朝向中心向內約 10 毫米處的 3 點鐘方向、6 點鐘方向、9 點鐘方向及 12 點鐘方向上的四個位置。

【0161】 可使用外部磨削裝置（外部磨削）修整碳化矽錠 11 的外邊緣，且可將碳化矽錠 11 切成一定厚度（切片（slicing）），且然後進行處理（例如邊緣磨削、表面磨削及研磨（polishing））。

【0162】 切片步驟可為將碳化矽錠切片成具有特定偏角以製備切片晶體的步驟。偏角是基於 4H SiC 中的[0001]面。偏角可為自 0 至 15 度中選擇的角度。偏角可為自 0 至 12 度中選擇的角度。偏角可為自 0 至 8 度中選擇的角度。

【0163】 切片步驟可為通常應用於晶圓製造的任何切片方法，而無特別的限制。舉例而言，可應用使用施加有金剛石配線（diamond wire）或金剛石漿料（diamond slurry）的配線的切片、使用部分施

加有金剛石的刀片或輪的切片等。

【0164】 慮及欲製造的晶圓的厚度，可控制切片晶體的厚度，且慮及在下述磨削步驟中磨削後的厚度，可將晶體切片成合適的厚度。

【0165】 磨削步驟可為將切片的晶體磨削至 300 微米至 800 微米的厚度以形成碳化矽晶圓的步驟。

【0166】 在磨削步驟中，可應用通常用於晶圓製造的任何磨削方法。舉例而言，可在實行例如研光（lapping）及/或磨削等製程之後實行研磨等。

【0167】 儘管已經參照本發明的較佳實施例詳細闡述了本發明，但是熟習此項技術者將理解，本發明的範圍並非僅限於該些實施例，且熟習此項技術者使用所附申請專利範圍中定義的本發明的基本概念進行的各種潤飾及改進亦處於本發明的範圍內。

【0168】 在下文中，基於實例及比較例更詳細地闡述本發明。然而，以下實例及比較例僅是用於更詳細地闡釋本發明的實例，且本發明並非僅限於以下實例及比較例。

實例-晶圓製造

實例 1

【0169】 使用圖 7 所示的用於製造碳化矽錠的設備。用於製造碳化矽錠的設備包括設置有空氣隙 61 的溫度梯度控制部 60 及引導部 70。

【0170】 首先，將碳化矽原料 10 裝載於坩堝主體 20 的下部處，並將晶種片設置於坩堝主體 20 的上部處。應用由 6 英吋 4H-SiC

晶體製成的晶種片，且以通用方法將 C 面 ((0001)面) 朝向碳化矽原料 10 固定於坩堝主體 20 的下部處。

【0171】 接著，利用坩堝蓋 30 覆蓋坩堝主體 20，且利用絕緣材料 80 包裹其外部。接著，將作為加熱構件 90 的加熱線圈放置於外部。

【0172】 接著，將坩堝的內部空間減壓以調節至真空氣氛，並將氬氣 (Ar) 注入至其中，使得內部空間達到 760 托。接著，將內部空間再次減壓。同時，使內部空間的溫度以 5°C/分鐘的加熱速率昇高至 2,300°C。接著，在 2,300°C 在 20 托的壓力下，在晶種片的面對碳化矽原料的表面上生長碳化矽錠達 100 小時。

【0173】 接著，以 5°C/分鐘的速率將內部空間的溫度冷卻至 25°C，且同時，將內部空間的壓力調節至 760 托。接著，獲得冷卻的碳化矽錠。

【0174】 接著，將碳化矽錠的外表面磨削最大外徑的約 5%，以將其處理成具有均勻外徑的圓柱形狀，並切割成與碳化矽錠的 (0001) 面具有約 4° 的偏角，並將晶圓樣品製造成 360 微米的厚度。

實例 2 至實例 5

【0175】 除了將具有表 1 所示規格的溫度梯度控制部 60 佈置於圖 7 所示的用於製造碳化矽錠的設備中之外，以與實例 1 中相同的方式製造晶圓樣品。

比較例 1

【0176】 除了使用圖 8 所示的用於製造碳化矽錠的設備代替圖 7

所示的用於製造碳化矽錠的設備之外，以與實例 1 中相同的方式製造晶圓樣品。

[表 1]

	是否設置 溫度梯度 控制部	溫度梯度 控制部的 高度 ¹⁾	溫度梯度 控制部的 佈置高度 ²⁾	溫度梯度 控制部的 高度比 ³⁾	路徑的 直徑 ⁴⁾	空氣隙 的總體 積 ⁵⁾
單位	-	毫米		%	毫米	立方毫 米
實例 1	○	60	30	60	100	877,000
實例 2	○	65	40	65	105	920,000
實例 3	○	62	20	62	100	884,000
實例 4	○	50	20	50	100	781,000
實例 5	○	45	45	45	100	745,000
比較例 1	×	-	-	-	-	-

1) 溫度梯度控制部的高度：圖 2 中的 H1
 2) 溫度梯度控制部的佈置高度：圖 2 中的 H2
 3) 溫度梯度控制部的高度比：圖 2 中 H0 對 H1 的比
 4) 路徑的直徑：圖 2 中的 D
 5) 空氣隙的總體積：包括於溫度梯度控制部中的空氣隙的總體積

實驗例-晶圓表面評估

實驗例 1-晶圓表面的缺陷密度評估

【0177】 將實例 1 至實例 5 及比較例 1 中製造的晶圓樣品中的每一者切割成 50 毫米×50 毫米的大小，且然後藉由在 600°C 下浸入氫氧化鉀 (95%) 中達 3 分鐘進行蝕刻。接著，使用光學顯微鏡 (伊科利普斯 LV150 (Eclipse LV150)，尼康公司 (Nikon Co.)) 拍攝經蝕刻的晶圓樣品的表面上的缺陷。將實例 1 的照片示於圖 9 中，且將比較例 1 的照片示於圖 10 中。

【0178】 另外，為了定量評估晶圓樣品的缺陷密度，在晶圓樣品的表面上隨機指定 12 次 500 微米×500 微米區域，並確定每一區域中的缺陷的數目。接著，計算每單位面積的平均缺陷數目。基於缺陷的數目，計算貫穿刃位錯（through-edge dislocation，TED）、基面位錯（basal plane dislocation，BPD）及貫穿螺位錯（through-screw dislocation，TSD）的缺陷密度。將結果總結於下表 2 中。

實驗例 2-晶圓表面的 X 射線繞射（XRD）評估

【0179】 對於在實驗例 1 中製造的實例 1 至實例 5 及比較例 1 的經蝕刻的晶圓樣品中的每一者，使用智慧型萊博（SmartLab）高解析度 X 射線繞射（X-ray diffraction）系統（XRD 系統）評估晶圓樣品的表面是否具有缺陷。具體而言，將晶圓樣品在（11-20）方向上對準 X 射線路徑，且然後將 X 射線源光學裝置及 X 射線偵測器光學裝置的角度設定為 2θ （近似 35° 至 36° ），且將奧米茄（ ω ）角調節成晶圓樣品的偏角，且然後進行量測。

【0180】 基於 0° 偏移的 ω 角為 17.8111° ，基於 4° 偏移的 ω 角為 13.8110° ，且基於上述 8° 偏移的 ω 角為 9.8111° 。另外，X 射線功率為 9 千瓦，將銅（Cu）應用作為 X 射線靶，且測角儀解析度為 0.0001° 。

【0181】 作為 XRD 量測的結果，基於最大強度下的角度量測搖擺曲線的半峰全寬（full width at half maximum，FWHM），且每一者以角秒為單位進行評估。在晶圓樣品的表面上以 10 毫米的間隔量測了 167 個點，且將結果示於下表 2 中。另外，將實例 1 的晶圓

樣品的 XRD 映射結果示於圖 11 中，且將比較例 1 的晶圓樣品的 XRD 映射結果示於圖 12 中。圖 11 及圖 12 的 x 軸與 y 軸之間的時間隔各自是 10 毫米。

[表 2]

	TED	BPD	TSD	最大角秒	最小角秒	平均角秒	移位度
單位	缺陷的數目/平方公分			°			
實例 1	1,300	2,400	0	16.8	15.2	15.9	Δ0.2
實例 2	1,200	2,200	0	16.9	15.1	15.9	Δ0.2
實例 3	1,100	2,100	0	16.8	15.1	15.8	Δ0.2
實例 4	2,400	4,900	10	26.8	17.2	20.3	Δ0.3
實例 5	3,100	5,200	10	25.8	18.2	21.4	Δ0.3
比較例 1	19,300	50,300	4,500	89.2	21.7	37.4	Δ0.6

【0182】 檢查表 1 及表 2 以及圖 9 至圖 12，證實在使用設置有溫度梯度控制部的用於製造碳化矽錠的設備的實例 1 至實例 5 的情形中，相較於使用現有的用於製造碳化矽錠的設備的比較例 1，晶圓中的缺陷顯著減少，且結晶度得到改善，藉此改善了晶圓的品質。

[產業之可適用性]

【0183】 本揭露的實施例可應用於製造碳化矽錠的設備及使用其製造碳化矽錠的方法。

【符號說明】

【0184】

10:碳化矽原料

11:碳化矽錠

20:坩堝主體

30:坩堝蓋

40:晶種片保持器

50:晶種片

60:溫度梯度控制部

61:空氣隙

62:第一溫度梯度控制部

63:第二溫度梯度控制部

64:第三溫度梯度控制部

70:引導部

80:絕緣材料

81:反應腔室

90:加熱構件

D:直徑

H0、H1、H2:高度

H3、H4:厚度

Y:高度方向

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於製造碳化矽錠的設備，所述設備包括：

坩堝，用於容納碳化矽原料；

晶種片，設置於所述坩堝的上部處；以及

溫度梯度控制部，設置於所述碳化矽原料與所述晶種片之間。

【請求項2】 如請求項 1 所述的設備，其中所述溫度梯度控制部沿著所述坩堝的內周表面設置。

【請求項3】 如請求項 1 所述的設備，其中所述溫度梯度控制部形成於距所述碳化矽原料的表面 10 毫米至 100 毫米的高度處。

【請求項4】 如請求項 1 所述的設備，其中所述溫度梯度控制部的高度是自所述碳化矽原料的表面至所述晶種片的表面的高度的 50%至 70%。

【請求項5】 如請求項 1 所述的設備，其中所述溫度梯度控制部包括朝向所述坩堝的中心延伸的第一溫度梯度控制部、以及面對所述第一溫度梯度控制部的第二溫度梯度控制部，其中在所述第一溫度梯度控制部與所述第二溫度梯度控制部之間形成有空氣隙。

【請求項6】 如請求項 5 所述的設備，其中所述第一溫度梯度控制部及所述第二溫度梯度控制部具有 1 毫米至 10 毫米的厚度。

【請求項7】 如請求項 5 所述的設備，其中所述空氣隙的總體積為 150,000 立方毫米至 1,000,000 立方毫米。

【請求項8】 如請求項 5 所述的設備，其中所述溫度梯度控制部將所述第一溫度梯度控制部與所述第二溫度梯度控制部彼此連接，

且包括朝向所述坩堝的高度方向延伸的第三溫度梯度控制部。

【請求項9】 如請求項 1 所述的設備，其中所述坩堝包括設置於所述溫度梯度控制部與所述晶種片之間的引導部。

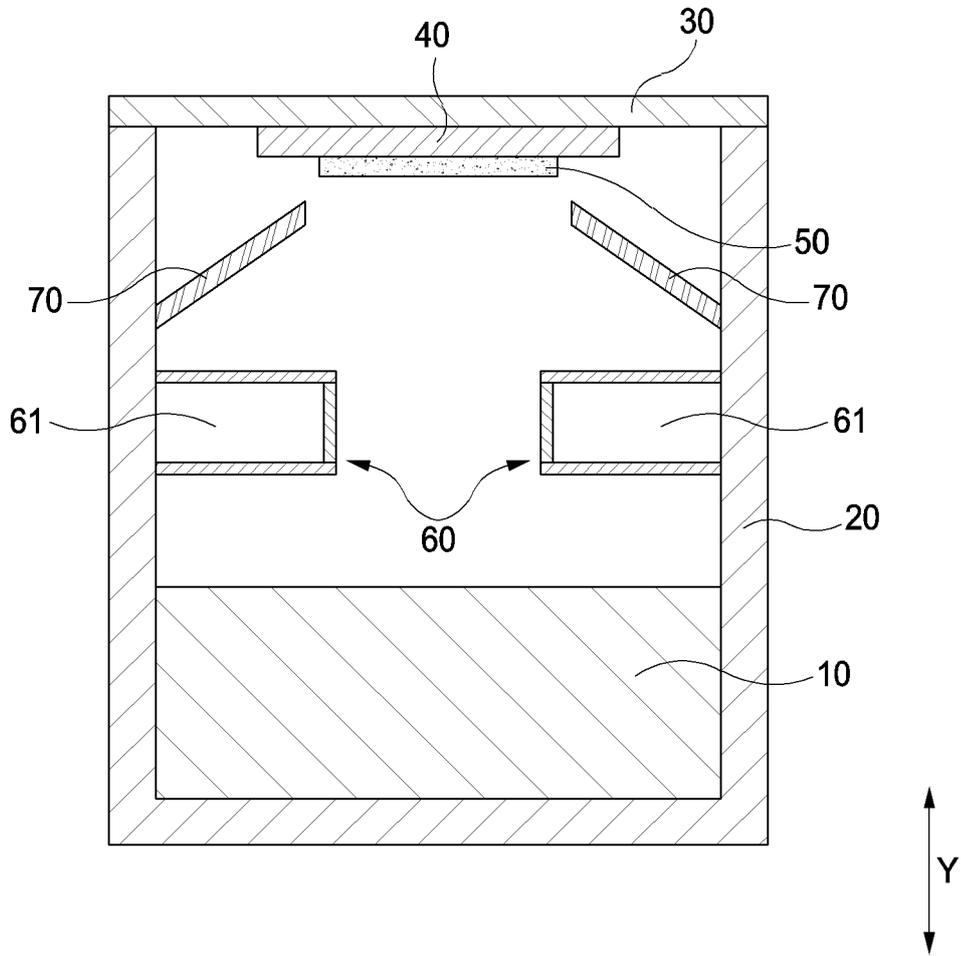
【請求項10】 一種製造碳化矽錠的方法，所述方法包括以下步驟：

準備坩堝，在所述坩堝的上部處設置晶種片且在所述坩堝的下部處裝載碳化矽原料；

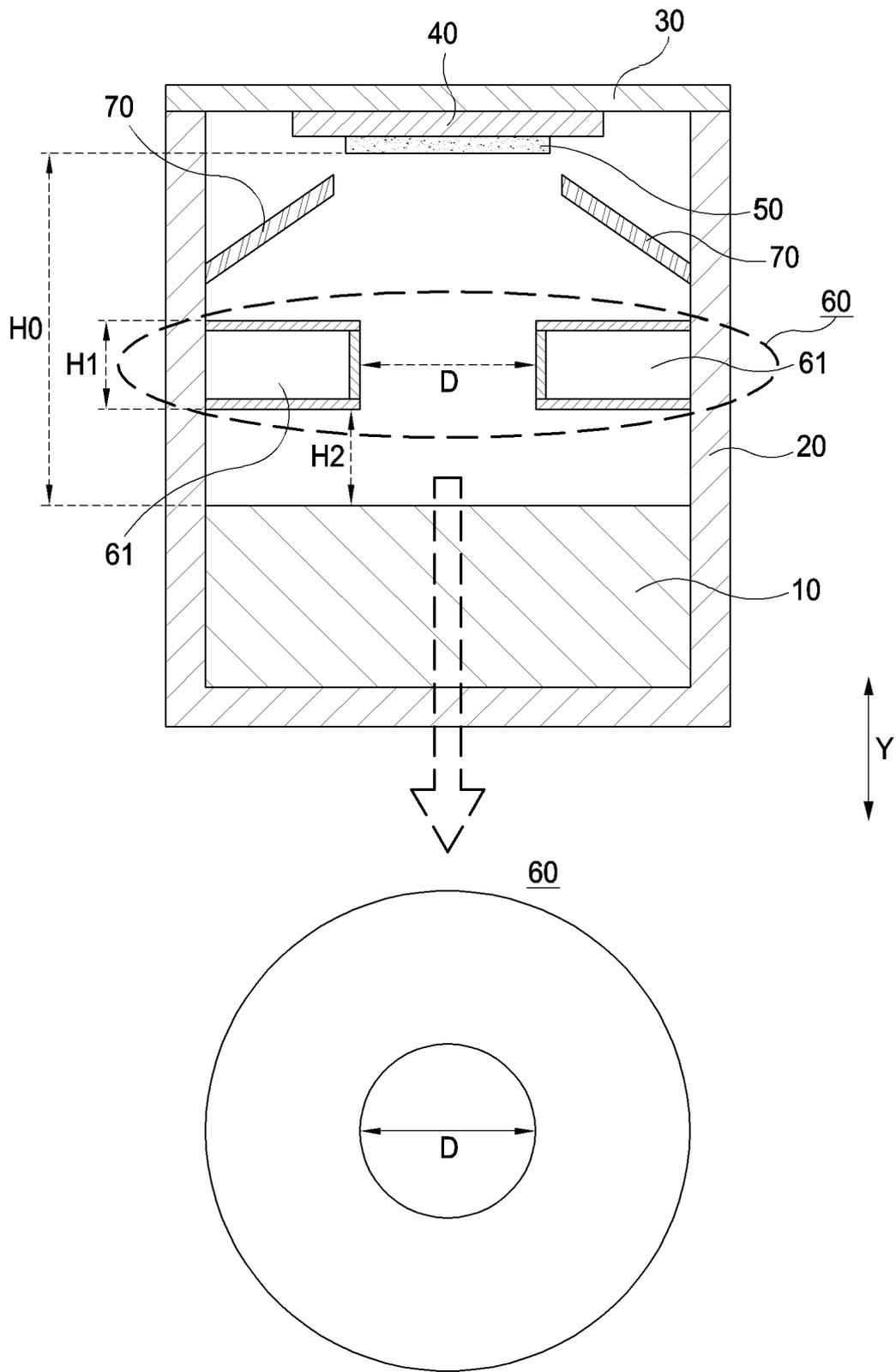
對所述坩堝進行加熱，以使碳化矽自所述碳化矽原料昇華；
以及

在所述晶種片上使經昇華的所述碳化矽生長成所述碳化矽錠，
其中所述坩堝包括設置於所述碳化矽原料與所述晶種片之間的溫度梯度控制部，且經昇華的所述碳化矽的溫度由所述溫度梯度控制部來控制。

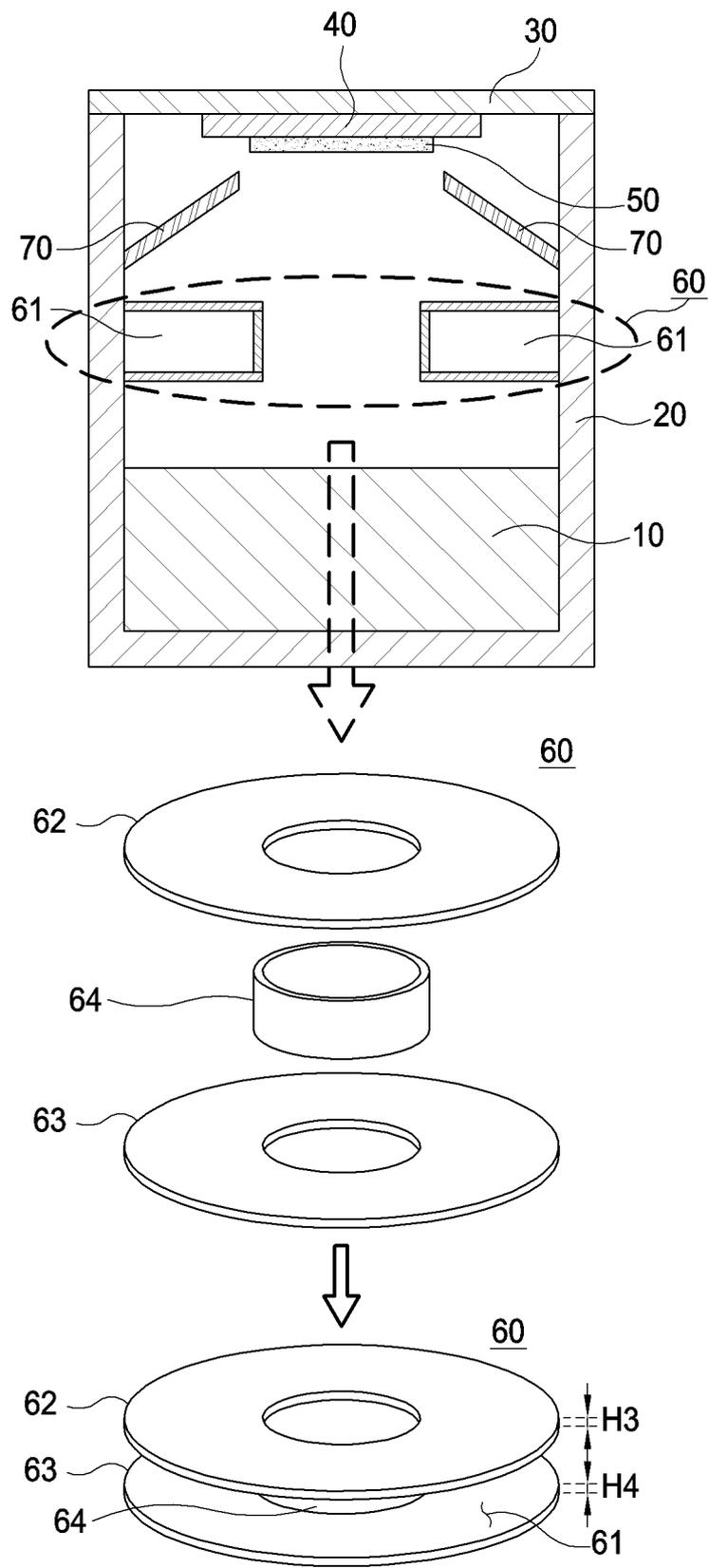
【發明圖式】



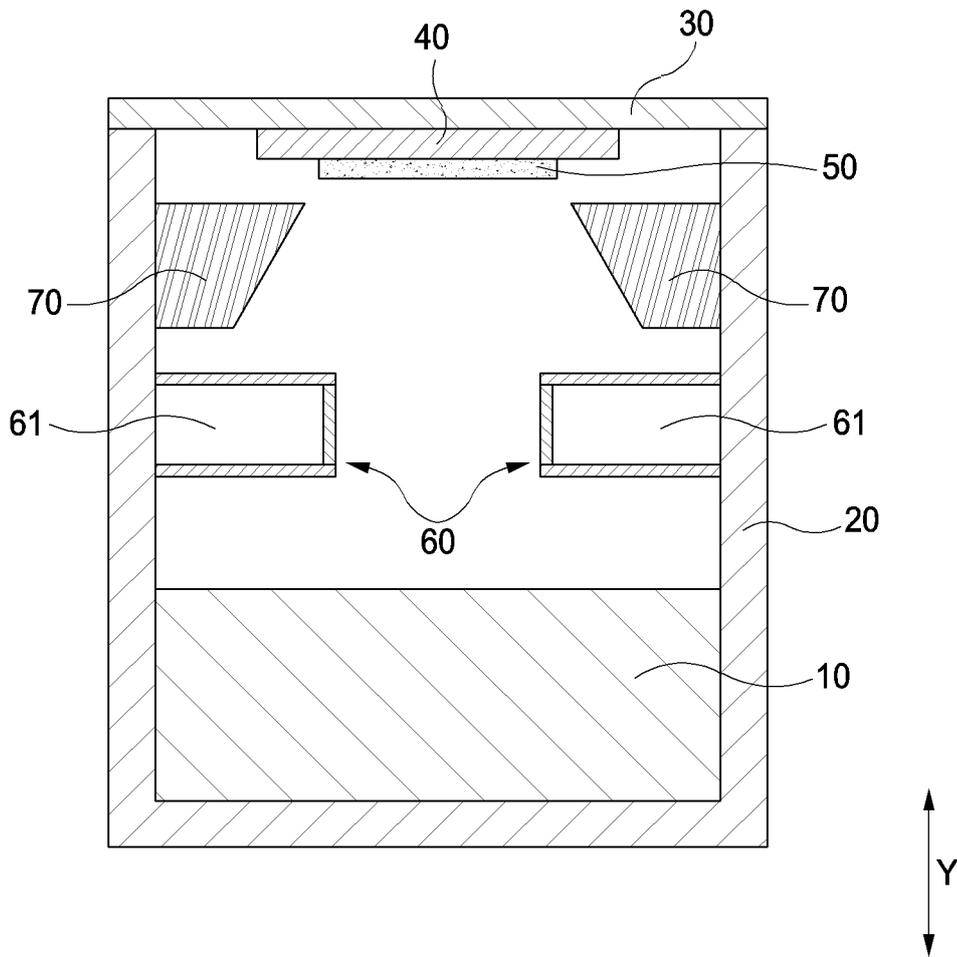
【圖1】



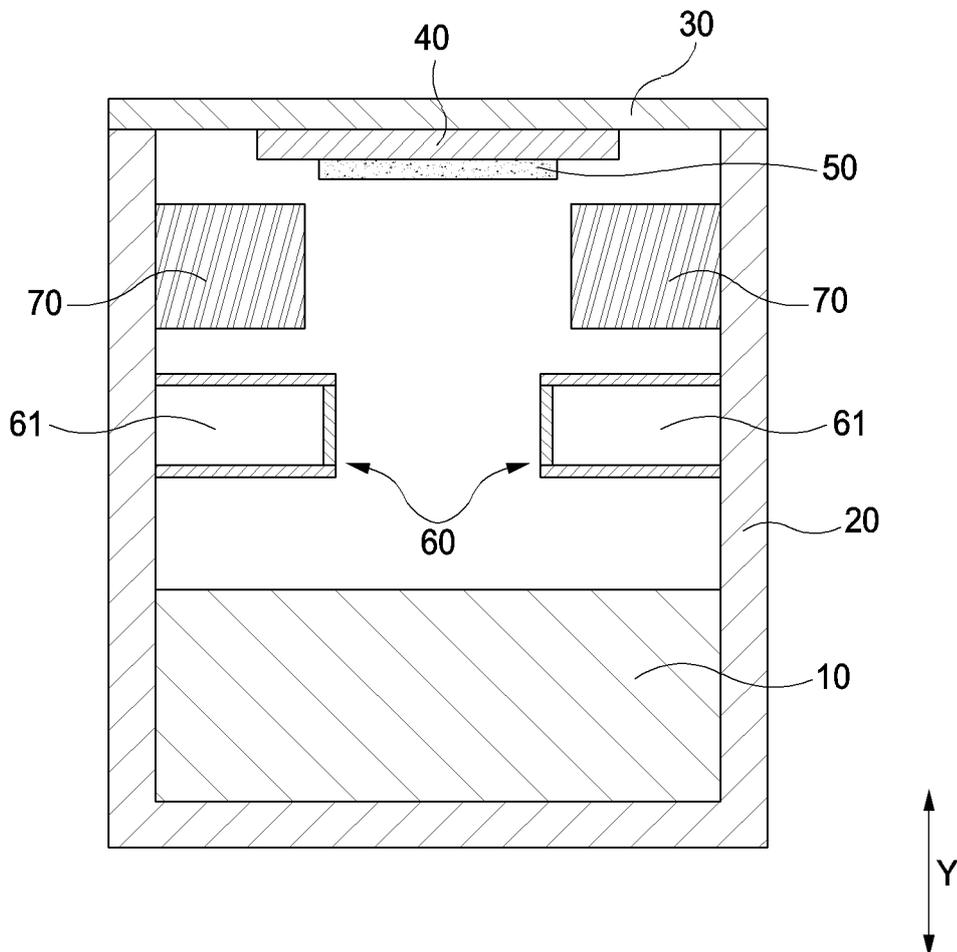
【圖2】



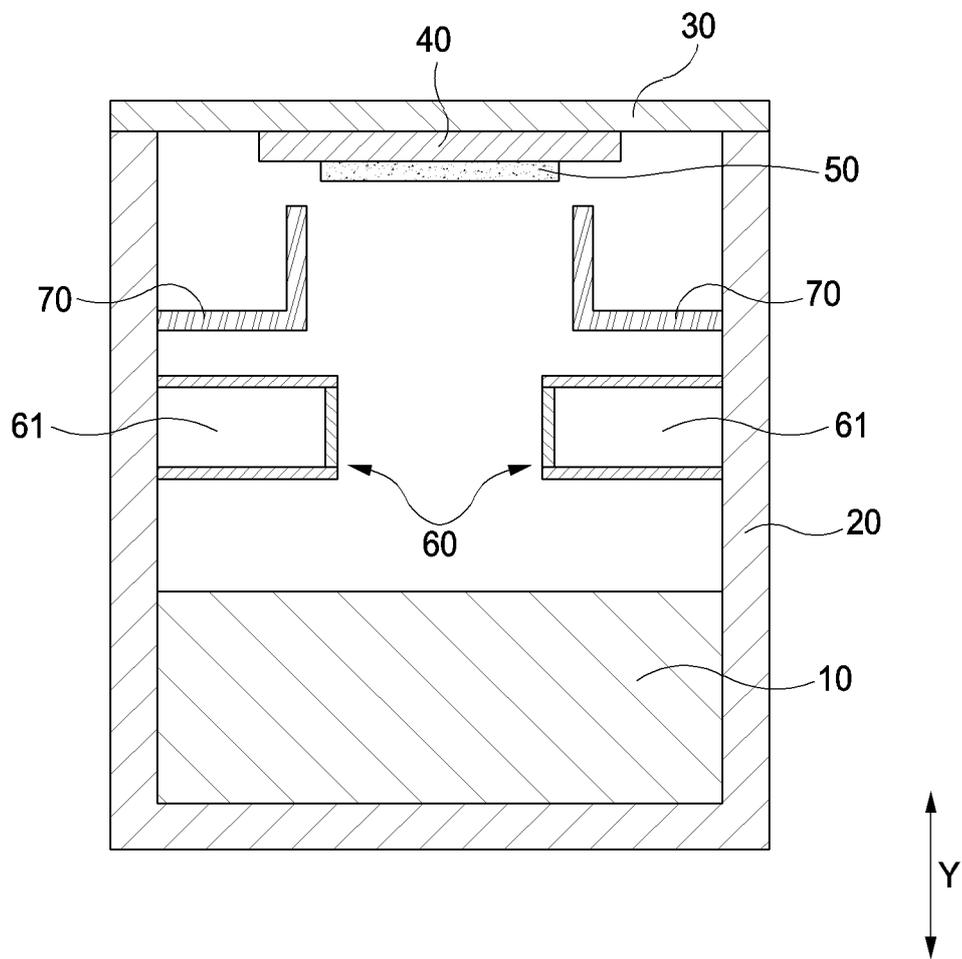
【圖3】



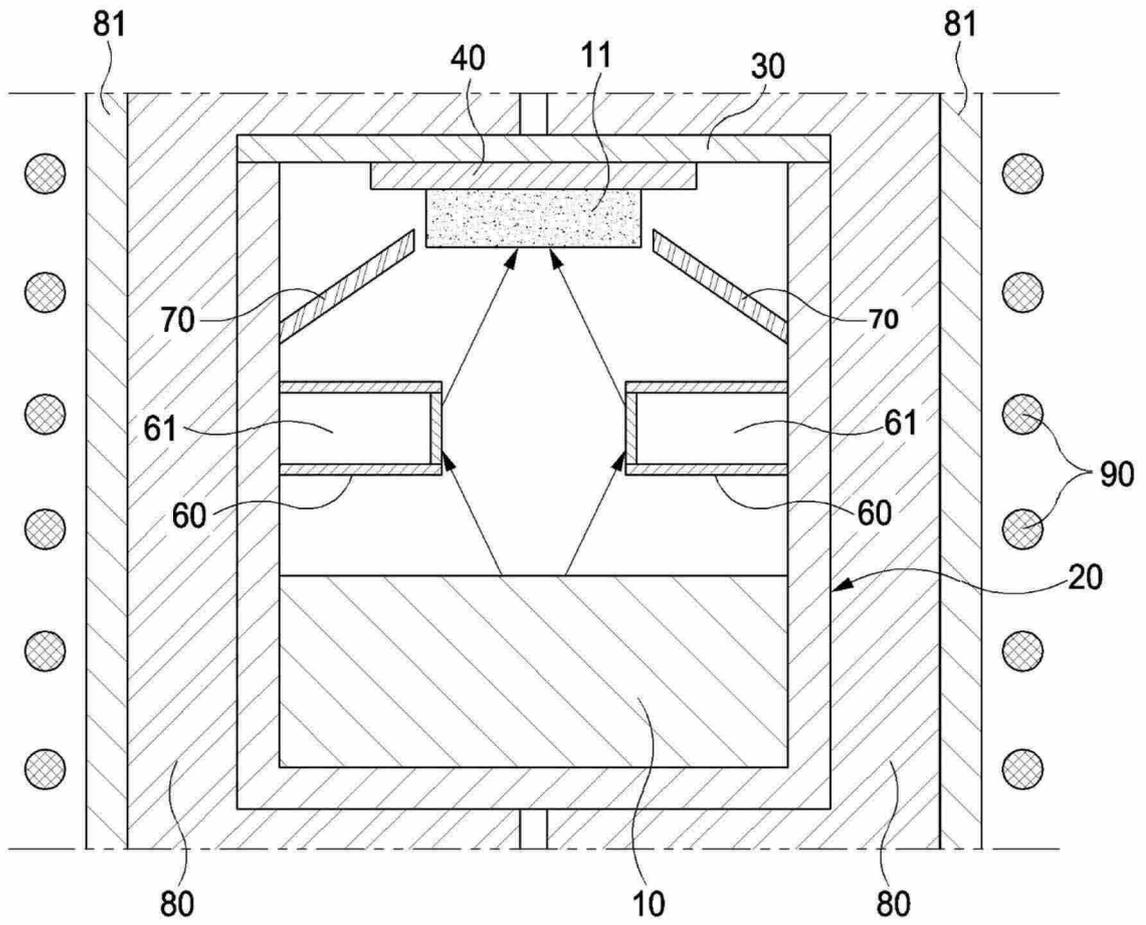
【圖4】



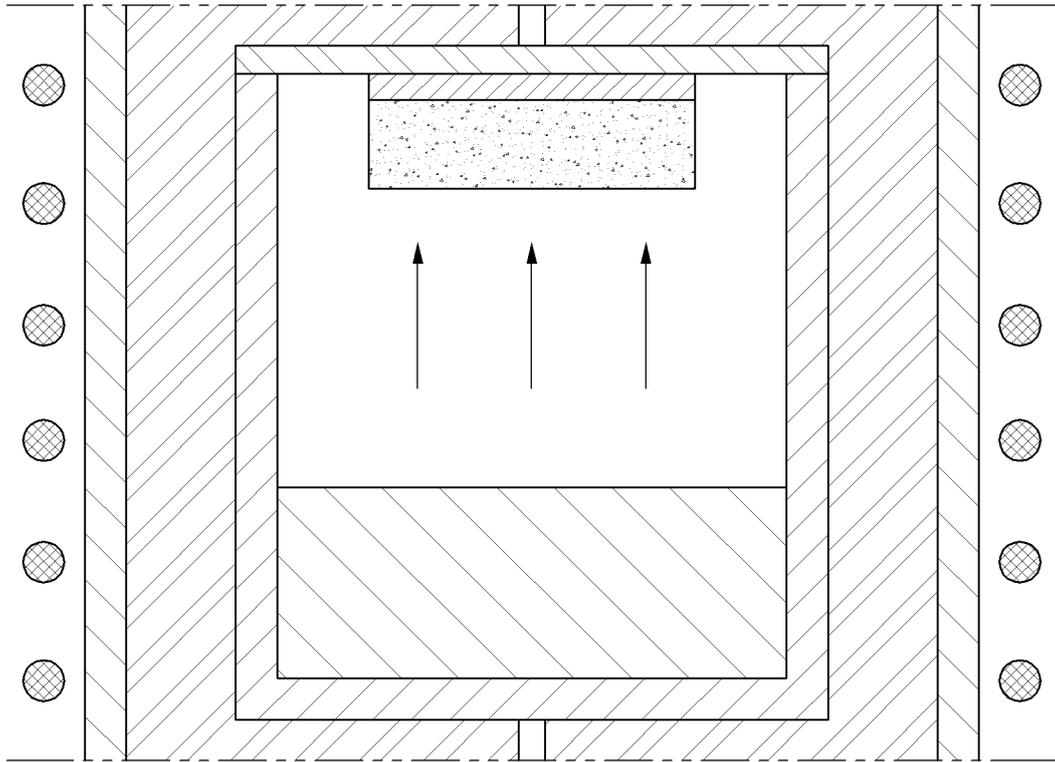
【圖5】



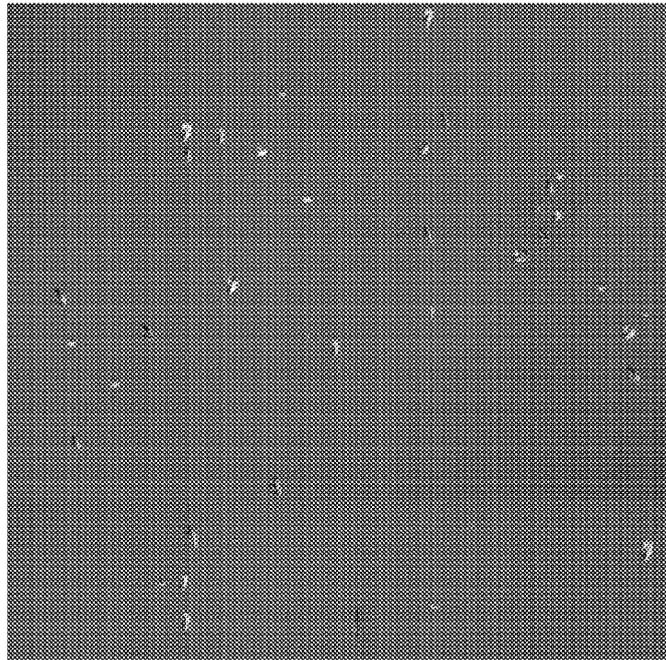
【圖6】



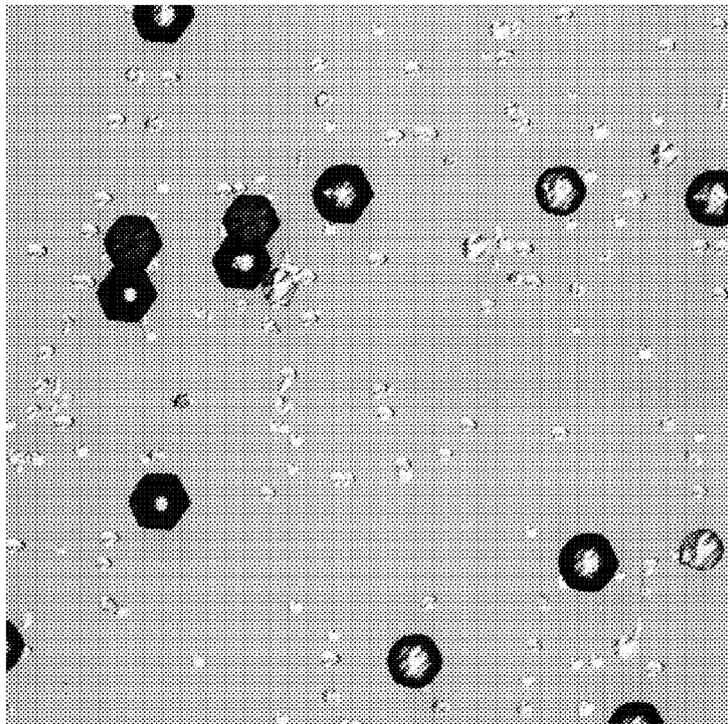
【圖7】



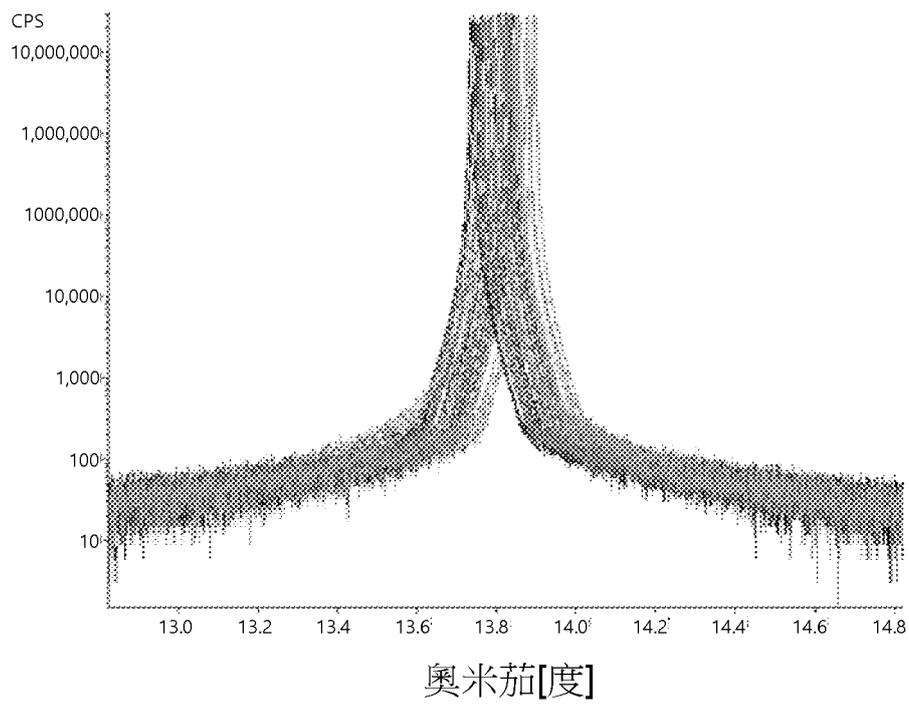
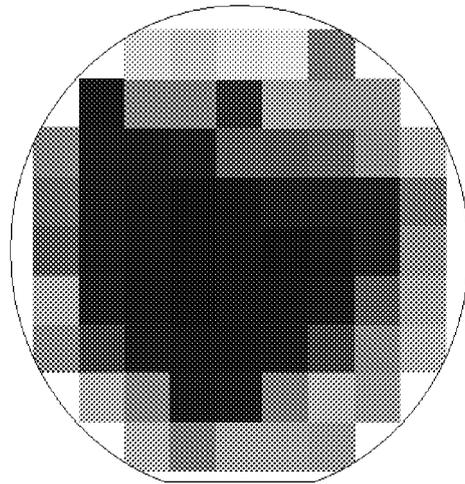
【圖8】



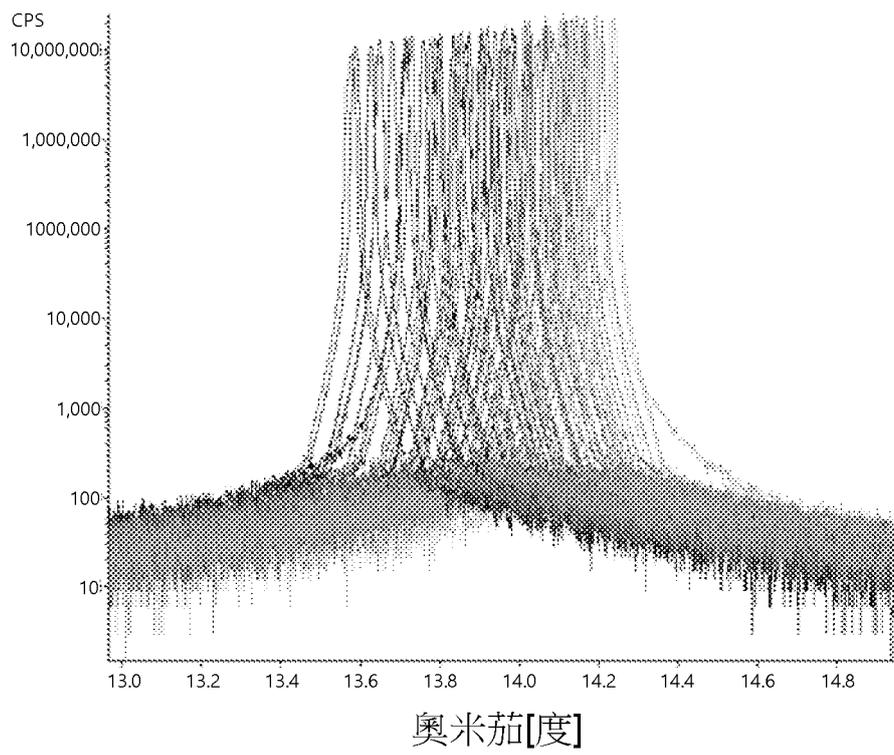
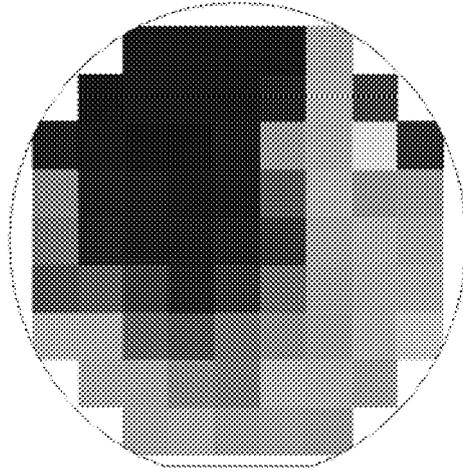
【圖9】



【圖10】



【圖11】



【圖12】